

POLITECNICO DI TORINO

**Corso di Laurea Magistrale in
Ingegneria Gestionale percorso Innovazione**

Tesi di Laurea Magistrale

Applicazioni del Project Manager ad una startup

Il caso studio Nexton



**Politecnico
di Torino**

Relatore:

Prof. Carlo Rafele

Candidato:

Francesca Bonfanti

Anno Accademico 2020/2021

INDICE

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| INTRODUZIONE | 4 |
| 1 DISCIPLINA DEL PROJECT MANAGEMENT | 5 |
| 1.1 TECNICHE DEL PROJECT MANAGEMENT | 8 |
| 1.1.1 <i>Metodo Waterfall</i> | 8 |
| 1.1.1.1 Avvio | 11 |
| 1.1.1.2 Pianificazione | 11 |
| 1.1.1.3 Esecuzione | 19 |
| 1.1.1.4 Monitoraggio e Controllo..... | 19 |
| 1.1.1.5 Chiusura | 22 |
| 1.1.2 <i>Metodo Agile</i> | 22 |
| 1.1.2.1 Extreme Programming | 23 |
| 1.1.2.2 Scrum | 24 |
| 2 CASO STUDIO: LTEG..... | 26 |
| 2.1 LA SOLUZIONE NEXTLIGHT | 27 |
| 2.1.1 <i>Componenti Nextlight</i> | 28 |
| 2.1.2 <i>Approvvigionamento e ciclo di vendita</i> | 30 |
| 3 PROGETTO DI CHIVASSO: METODO WATERFALL | 32 |
| 3.1 CARATTERISTICHE DEL GIARDINO DE GASPERI..... | 33 |
| 3.2 PROGETTAZIONE E IMPLEMENTAZIONE DEL PROGETTO DI CHIVASSO..... | 34 |
| 3.2.1 <i>Assunzioni del progetto</i> | 34 |
| 3.2.2 <i>Pianificazione</i> | 35 |
| 3.2.2.1 Pianificazione | 35 |
| 3.2.2.2 Schedulazione | 40 |
| 3.2.2.3 Analisi dei Rischi..... | 41 |
| 3.2.3 <i>Monitoraggio e controllo</i> | 47 |
| 3.2.3.1 Prima azione di monitoraggio e controllo del 29/01/2021..... | 47 |
| 3.2.3.2 Seconda azione di monitoraggio e controllo del 22/04/2021..... | 49 |
| 3.2.3.3 Metodo di monitoraggio dell'Earned Value nel 22/04/2021..... | 52 |
| 4 METODO ALTERNATIVO PER IL PROGETTO DI VALIDAZIONE DI CHIVASSO..... | 55 |
| 4.1 TEAM DI LAVORO E CAMBIAMENTI DEI RUOLI..... | 55 |
| 4.2 PROGRAMMAZIONE ALTERNATIVA MEDIANTE IL METODO IBRIDO AGILE-LINE OF BALANCE PER IL PROGETTO DI CHIVASSO | 56 |
| 4.2.1 <i>Programmazione previsionale del progetto di validazione del prodotto Nextlight</i> | 58 |
| 4.2.1.1 Sprint 1: Definizione delle specifiche dei componenti e dei fornitori..... | 58 |

| | | |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.2.1.2 | Sprint 2: Programmazione del gateway, del controller e del Server | 59 |
| 4.2.1.3 | Sprint 3: Assemblaggio del primo componente hardware e test di funzionamento | 59 |
| 4.2.1.4 | Sprint 4: Installazione e test di funzionamento del primo componente..... | 60 |
| 4.2.1.5 | Sprint 5: Assemblaggio e installazione dei restanti componenti hardware secondo la logica della Line of Balance | 60 |
| 4.2.1.6 | Personalizzazione della dashboard del cliente | 63 |
| 4.2.2 | <i>Calcolo della durata del progetto e relativo budget previsionale</i> | 63 |
| 4.2.3 | <i>Alternativo monitoraggio delle attività</i> | 65 |
| 4.2.3.1 | Prima azione di monitoraggio | 65 |
| 4.2.3.2 | Seconda azione di monitoraggio..... | 67 |
| 5 | COMPARAZIONE TRA I DUE METODI ANALIZZATI | 70 |
| 5.1 | CONFRONTO TRA LE PROGRAMMAZIONI PREVISIONALI | 70 |
| 5.2 | CONFRONTO TRA LE PROGRAMMAZIONI PREVISIONALI A SEGUITO DELLA PRIMA AZIONE DI MONITORAGGIO | 71 |
| 5.3 | CONFRONTO TRA LE PROGRAMMAZIONI PREVISIONALI A SEGUITO DELLA SECONDA AZIONE DI MONITORAGGIO | 73 |
| | CONCLUSIONE | 75 |
| 6 | APPENDICE | 77 |
| | BIBLIOGRAFIA..... | 84 |
| | SITOGRAFIA..... | 85 |

INTRODUZIONE

L'obiettivo del presente lavoro di tesi è quello di comprendere e delineare il metodo di programmazione opportuno per le nuove imprese innovative, come le startup. In particolare, lo studio intrapreso ha permesso di effettuare un confronto fra le due principali metodologie, Waterfall e Agile, sia in ambito temporale che in quello economico attraverso l'analisi del caso studio della startup Nexton (LTEG). Infatti, la startup nascente nel settore del Cleantech & Energy torinese ha deciso di realizzare il progetto di validazione del proprio prodotto attuando un confronto tra i metodi di gestione dei progetti presenti in letteratura, al fine di ottenere, alla conclusione dello studio, il metodo di programmazione adeguato al loro business.

Per realizzare tale analisi, è stata effettuata, in primo luogo, una programmazione di previsione attraverso il metodo tradizionale o Waterfall, delineando i primi parametri di confronto. In seguito, con la medesima metodologia è stato svolto l'aggiornamento del piano di lavoro a seguito delle azioni di monitoraggio e controllo.

Definita l'organizzazione del progetto di validazione con il metodo tradizionale, è stata eseguita la programmazione con il metodo alternativo Agile dello Scrum, sia per quella di previsione che quella inerente alle modifiche effettuate a seguito di azioni di controllo del progetto di validazione.

In fine, è stato realizzato il confronto economico e temporale dei due metodi di gestione dei progetti, evidenziando i punti di forza e debolezza di ciascun approccio nel caso particolare del progetto di validazione del prodotto della startup Nexton evidenziando quello adeguato allo sviluppo del prodotto finale.

1 Disciplina del Project Management

Negli anni, nell'ambito delle piccole e medie imprese si è diffuso un nuovo modo di approcciarsi al lavoro, ovvero quello per progetti. La medesima metodologia può essere applicata alle Startup, in quanto esse hanno un alto livello di insicurezza ed un ciclo di vita molto breve.

Gli autori M.I. Luger e J. Koo hanno studiato da vicino il mondo delle Startup e la loro classificazione. In un loro studio del 2005, hanno affermato come la Startup si regga su tre criteri fondamentali: la novità, l'indipendenza e l'essere attivi. Una Startup per essere definita tale deve essere una azienda da poco fondata, che però abbia un impegno nella creazione di prodotti e/o servizi. Inoltre, sono incluse nella definizione non solo quelle create da uno o un gruppo di fondatori individuali, ma anche quelle che nascono da imprese già esistenti, purché siano indipendenti dall'azienda madre. Da ciò deriva la differenza fondamentale tra Startup e Spin-off, dove queste ultime, pur essendo imprese nascenti con un impegno sulla creazione di risultati finali preimpostati, non godono dell'indipendenza economica rispetto all'azienda fondatrice.

Per le ragioni elencate in precedenza, si può, dunque, dare una definizione di Startup secondo Luger e Koo, ovvero essa è 'un'entità commerciale che non esisteva prima di un dato periodo di tempo (nuova), che inizia ad assumere almeno un dipendente retribuito durante il dato periodo di tempo (attività), e che non è né filiale né un ramo di un'impresa esistente (indipendente)'¹.

Un'ulteriore definizione nel mondo delle Startup arriva dalla Commissione Europea, la quale afferma che le di micro-imprese si concentrano su due concetti chiave: il numero di dipendenti e il fatturato. Infatti, per essere considerata una Startup, l'azienda deve possedere un numero limitato di risorse interne di massimo dieci, e uno Stato Patrimoniale minore o uguale a due milioni di euro.

In letteratura, le caratteristiche che una Startup deve possedere sono, oltre al già citato numero dei dipendenti, l'età di vita, la tipologia di organizzazione e l'obiettivo di crescita che essa ha. Infatti, una Startup deve avere essere fondata da meno di dieci anni e possedere un'organizzazione semplice maggiormente centrata sul fondatore, con l'obiettivo principale di creare un aumento di personale e di profitto negli anni.

¹ Defining and Tracking Business Startups, M.I.Luger, J.Koo, 2005

Come già anticipato in precedenza, le Startup, a causa della loro vita breve ed degli elevati rischi di business, basano il loro sviluppo sulla metodologia di lavoro per progetti. Questi ultimi sono definiti, secondo l'organizzazione americana del 'Project Management Institute' (PMI), come: 'uno sforzo temporaneo intrapreso per creare un prodotto, un servizio o un risultato unico'². Il progetto è unico, in quanto ci sono molti fattori volatili che entrano in gioco, come il periodo di sviluppo, le risorse e le conoscenze teoriche applicate. La temporaneità gioca, anche essa, un ruolo cardine nella definizione di progetto, in quanto questo deve concludersi entro un lasso di tempo limitato. La chiusura di un progetto può essere generata, principalmente, da uno dei tre seguenti eventi: il raggiungimento degli obiettivi prestabiliti, l'impossibilità di raggiungere gli obiettivi definiti in precedenza e la non più necessità di portare avanti un progetto.

La figura addetta alla gestione delle risorse in un progetto è quella del Project Manager. Una prima definizione di quest'ultimo giunge dalla Commissione degli Standard inerente a questa disciplina, la quale afferma che il Project Management è 'l'arte di dirigere e coordinare le risorse umane e materiali per tutta la durata di un progetto usando tecniche di gestioni moderne per raggiungere obiettivi predeterminanti di portata, costo, tempo, qualità e soddisfazione dei partecipanti'³. Anche l'associazione di PMI ha descritto questo ambito come 'l'applicazione di conoscenze, skill, strumenti e tecniche alle attività di progetto per andare incontro ai requisiti di progetto'.⁴

Dalle definizioni precedenti si può giungere alla conclusione che il ruolo che riveste il Project Manager all'interno di un progetto è di grande responsabilità, in quanto ricade su di lui l'onere della gestione dei costi, del tempo di sviluppo e della qualità del prodotto e/o servizio offerto. Infatti, in letteratura uno dei compiti principali affidatogli è la ricerca di un punto di trade-off tra le caratteristiche costo, tempo e qualità. Poiché a causa della limitatezza delle risorse, non è possibile attuare un progetto di durata infinita a zero costi che permetta di soddisfare degli standard qualitativi elevati. Quanto detto, è riassunto mediante una rappresentazione grafica di un triangolo in tensione ai cui vertici sono posti le caratteristiche citate, che non sono altro che gli obiettivi principali divergenti di un generico progetto.

² PMI- Project Management Institute, 2008

³ PMI Standards Committee, 1987

⁴ PMI-Project Management Institute, 2008

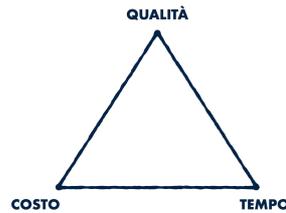


Figura 1-Triangolo di ferro

La disciplina del Project Management moderna nasce nei primi anni 50 del secolo scorso, quando è stata implementata all'interno di progetti aziendali, inizialmente nel solo ambito militare ed in seguito si è estesa in quello delle costruzioni. Solo anni dopo, il Project Management è stato ampliato all'interno di progetti con ambiti differenti da quelli citati in precedenza.

Nel 1951-1953 negli Stati Uniti d'America, fu Bechtel che introdusse per la prima volta la figura del Project Manager (PM) nel progetto 'Transmountain Oil Pipeline'. La figura introdotta nell'azienda non rispecchiava il moderno Project Manager, in quanto fu inserita una persona che deteneva una posizione di grande responsabilità e che lavorava con un team autonomo e indipendente. Come afferma lo stesso Bechtel, tale risorsa non fu ben accettata all'interno del gruppo di lavoro già esistente, in quanto i team erano abituati ad avere come responsabili di progetto figure differenti a secondo delle fasi di lavoro.

Negli stessi anni in Australia, si affermò la Civil & Civic (C&C), azienda di costruzioni che ampliò il suo business divenendo leader nella gestione di progetti. Infatti, negli anni 1954-1955, la C&C avviò un progetto in cui venne promossa la suddivisione che la medesima azienda stava sviluppando. Si osservò come, l'introduzione della nuova ripartizione dell'organizzazione proposta permise di raggiungere una riduzione dei costi del 40%. Dai risultati ottenuti, l'azienda decise di ampliare il suo mercato prendendo sotto la sua responsabilità la gestione di progetti esterni, divenendo la prima azienda leader nel mondo del Project Management.

Con l'avvento della disciplina del Project Management, si svilupparono nuove metodologie per la gestione dei progetti. La tecnica del Critical Path Method, CPM, fu sviluppata ed implementata nei progetti nel 1956 del gigante chimico Du Pont. Mentre, la tecnica del Project Evaluation Review Technique, PERT, nacque nel 1958 all'interno del progetto POLARIS, per la costruzione di un missile sottomarino.

L'introduzione della figura del Project Manager ha permesso di ottenere all'interno dei progetti un maggior profitto finale. Infatti, come si evince dalla figura 2, l'inserimento

di un responsabile di progetto aumenta i costi iniziali delle risorse, ma apporta un maggior profitto alla chiusura. Ciò è possibile in quanto le azioni svolte dal PM permettono di ottimizzare l'impiego di risorse ed il tempo di sviluppo, riducendo al minimo i costi totali.

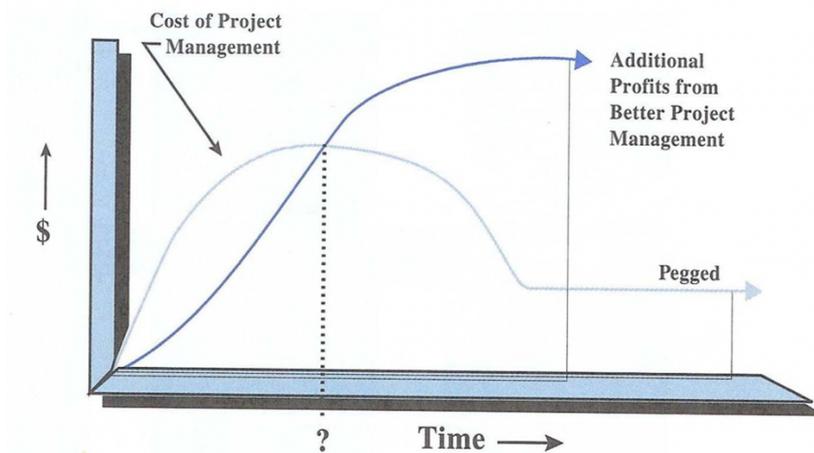


Figura 2-Costo e benefici dell'introduzione del Project Manager

1.1 Tecniche del Project Management

Il Project Management è una disciplina non ancora matura e per tale ragione essa è in continua evoluzione e cambiamento, non solo per quanto riguarda i ruoli svolti dal Project Manager, ma anche della sua rappresentazione nella letteratura. Infatti, dall'avvento della disciplina sino ad oggi si sono sviluppate e affermate molte tecniche differenti. Una prima classificazione si può basare sulla metodologia alla base di ciascuna di esse, dividendole in quelle facenti parte del metodo tradizionale e quelle del metodo Agile. Il primo, definito anche come 'Waterfall', ha le caratteristiche di avere tutte le fasi di sviluppo distribuite in maniera sequenziale, riducendo la possibilità di implementarla in ambiti molto dinamici e in continuo cambiamento. Di contro, il metodo Agile, sviluppato con l'avvento del software, presenta degli sviluppi iterati di processo, che permettono di modificare gli obiettivi finali, senza un incremento elevato del costo.

1.1.1 Metodo Waterfall

La prima metodologia che si afferma nel mondo del Project Management è quella Waterfall. In letteratura, molte sono le tecniche che fanno parte del metodo tradizionale, e tutte sono caratterizzate da uno sviluppo sequenziale dei gruppi di processo di un progetto.

Nell'ambito mondiale, anche l'Organizzazione Internazionale per la Normazione, ISO, ha definito in maniera univoca la disciplina e il metodo applicato. La norma in questione è quella ISO 21500, che approfondisce nel dettaglio la figura del Project Manager e il metodo tradizionale, con i relativi documenti per ciascuna fase di lavoro.

Secondo la norma citata, nello sviluppo di un progetto i gruppi di processo sono cinque:

- Initiating, la fase di avvio del progetto;
- Planning, la fase di pianificazione delle attività coinvolte per il raggiungimento dell'obiettivo finale;
- Implementing, la fase di esecuzione;
- Controlling, la fase di monitoraggio e controllo;
- Closing, la fase di chiusura del progetto.

La fase di avvio del progetto ha come fine quello di stabilire il team di lavoro ed individuare gli stakeholders presenti, passaggio fondamentale per il conseguimento del risultato. Una volta conclusa tale fase, si passa a quella successiva, ovvero alla pianificazione dettagliata del progetto (1). In questo stadio, lo scopo principale è quello di stabilire lo sforzo necessario per il raggiungimento dell'obiettivo finale, definendo le risorse e le attività. In seguito (2), è presente la mera esecuzione del progetto. Durante quest'ultima fase, viene svolto anche un processo di controllo e monitoraggio (3), con il fine di osservare il rispetto, o meno, dei costi e dei tempi stabiliti nella seconda fase. Un evento che può sorgere durante questa fase è la presenza di variazioni che richiedono l'implementazione di modifiche. Dopo la rettifica (4), si passa nuovamente nella fase di esecuzione. Con l'approvazione delle modifiche, occorre attuare anche una revisione del piano di lavoro, con un ritorno del progetto nella fase di pianificazione (5). Sono rari i casi in cui dopo l'approvazione della modifica, occorre revisionare anche la fase di inizializzazione del progetto (6), in quanto la correzione apportata può cambiare radicalmente gli obiettivi finali. Solo alla fine delle attività previste dal planning del progetto, è possibile passare alla fase finale, ovvero quella della chiusura (7).

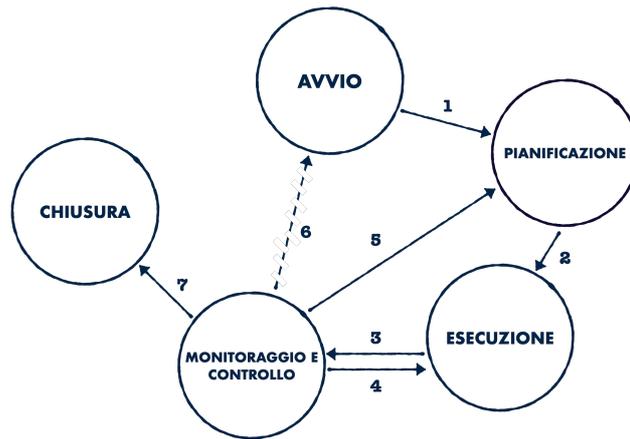


Figura 3-Connesione tra gruppi di processo del Project Management (Mulcahy, 2009)

Quanto detto è raffigurato in figura 3. Anche la norma ISO 21500, mediante una rappresentazione grafica più completa, descrive i flussi tra i gruppi di processo evidenziando i relativi documenti necessari da normativa per ogni fase.

Il rispetto della norma e della letteratura permette al Project Manager di ottenere un'elevata probabilità di successo nel conseguimento dei risultati.

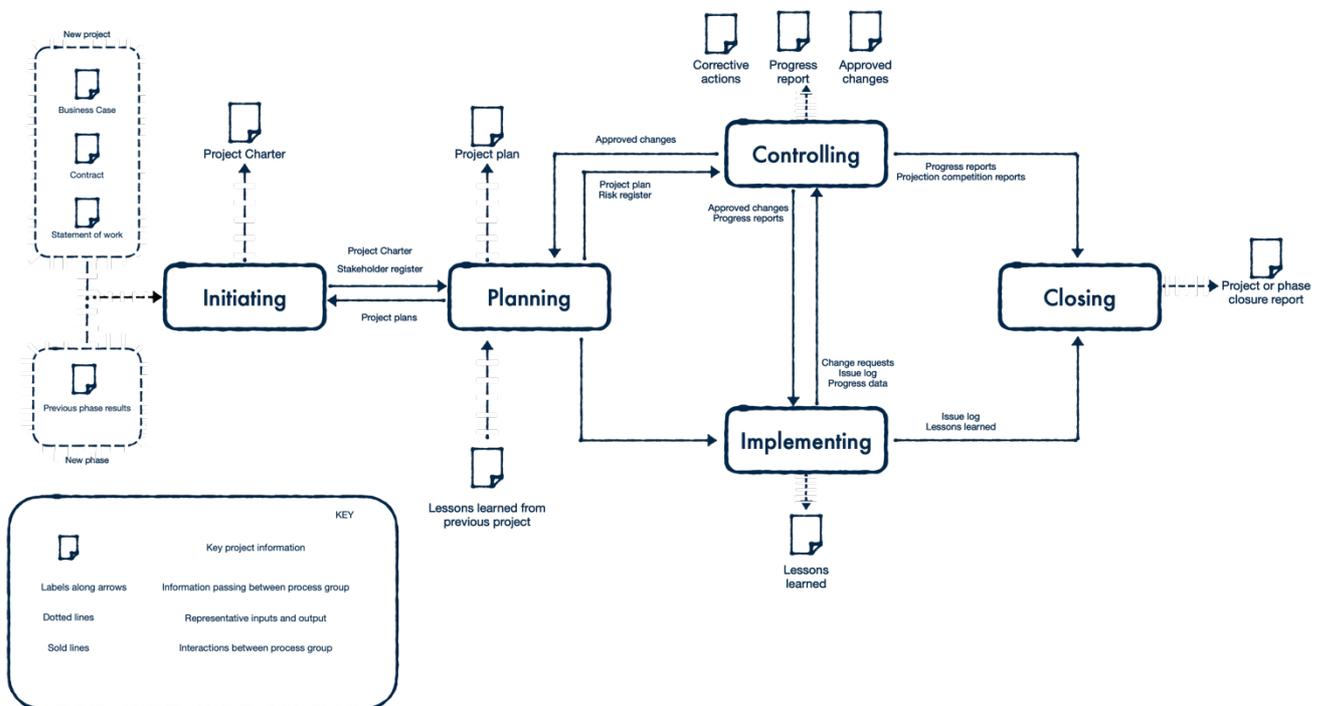


Figura 4-Connesione tra gruppi di processo del Project Management secondo la norma ISO 21500

1.1.1.1 Avvio

La prima fase di un progetto è, come già anticipato, quello di avvio. Gli obiettivi principali per questa fase sono la ricerca e l'analisi degli stakeholders, figure interne e/o esterne che hanno degli interessi ed influiscono direttamente sulla riuscita del progetto.

Come riporta la norma ISO 21500, il documento redatto in questa fase dal Project Manager è il Project Charter.

Il Project Charter è un documento fondamentale, in quanto ufficializza l'inizio del progetto e la figura del Project Manager all'interno del gruppo di lavoro. Inoltre, attraverso questo documento, vengono delineati gli obiettivi finali che si vogliono conseguire, rendendo il progetto chiaro per tutti coloro che ne prenderanno parte.

All'interno del documento sono presenti delle informazioni basilari per dar vita al progetto, come:

- Analisi degli stakeholders e delle relative esigenze;
- La visione del prodotto;
- I principali obiettivi del progetto;
- L'individuazione e la descrizione dei vincoli;
- L'individuazione e un preliminare studio dei rischi del progetto;
- L'individuazione di un budget di progetto preliminare;
- Le risorse presenti all'interno del team di sviluppo;
- Le milestone ed il programma a lungo termine.

1.1.1.2 Pianificazione

Alla fase di avvio segue quella di pianificazione, considerata in letteratura la più delicata. Infatti, è in tale stadio che il Project Manager deve dare il suo meglio, in quanto deve individuare e ottimizzare le attività e le risorse necessarie per il conseguimento dell'obiettivo finale del progetto.

La pianificazione può essere suddivisa in due sottofasce tra loro consecutive: la pianificazione e lo scheduling. Alla conclusione di queste si giunge alla pianificazione prevista dello sviluppo del progetto, ovvero la calendarizzazione delle attività con la rispettiva allocazione delle risorse.

Con pianificazione di un progetto si intende la realizzazione della previsione dei processi di sviluppo, e per ottenere ciò, il Project Manager si avvale di strumenti tecnici: la WBS, l'RBS e la CBS.

La WBS, Work Breakdown Structure, è una rappresentazione grafica delle attività coinvolte nel progetto con una struttura gerarchica. Questo strumento permette di scomporre le macro-attività con un dettaglio sempre maggiore, sino ad arrivare nell'ultimo livello ai work package. Questi ultimi sono definiti come pacchetti di lavoro con un proprio costo e un proprio tempo di esecuzione, oltre ai relativi vicoli tecnici e temporali di sviluppo.

Una rappresentazione grafica della WBS è riportata in figura 5, in cui si osservano vari livelli di suddivisione del progetto padre.

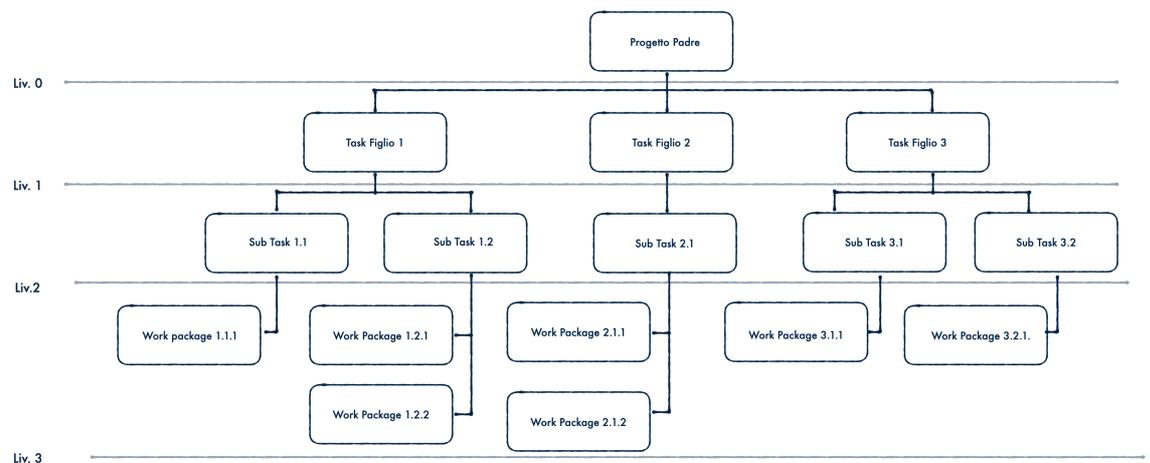


Figura 5-Rappresentazione grafica della WBS

Le logiche utilizzate per attuare la scomposizione sono molte, ma le più usate all'interno dei progetti sono:

- Logica funzionale: in cui le attività sono suddivise in sottosistemi funzionalmente compiuti e collaudabili in modo indipendente;
- Logica spaziale: le attività sono suddivise secondo il riferimento della planimetria dell'opera o dell'impianto da realizzare;
- Logica dei processi di lavoro: la scomposizione avviene disaggregando le attività in funzione dei processi di lavoro necessari per l'esecuzione dell'opera;
- Logica della scomposizione fisica: una tipologia di scomposizione che disgrega l'elemento padre nei suoi componenti, come lo smontaggio di una distinta base;
- Logica degli obiettivi: la scomposizione avviene attraverso le milestone collocate nel tempo.

Un altro strumento utile per il Project Manager nella gestione di un progetto è la RBS, Resources Breakdown Structure. Essa è una rappresentazione grafica che permette di individuare le risorse fisiche necessarie per la realizzazione di un progetto, che siano esse umane e no. Questo strumento consente, inoltre, di avere una visione totale all'interno delle risorse, osservandone i gradi di responsabilità e le gerarchie interne.

Con una struttura gerarchica vi è anche lo strumento della CBS, Cost Breakdown Structure. Anche quest'ultimo scompone il progetto evidenziando l'aspetto finanziario ottenendo delle voci di costo dirette.

Una volta definite le scomposizioni di dettaglio, il passo successivo per il Project Manager è intersecare gli output trovati. Con la matrice WBS-RBS, vengono collegate le attività e le risorse, così da rendere chiaro ed inequivocabile il responsabile di ogni work package. Un'altra intersezione fondamentale per lo sviluppo del progetto è quella fra la WBS e la CBS, attraverso la quale si collega il singolo costo alla rispettiva attività.

Dopo l'individuazione dei componenti del progetto, si passa alla loro calendarizzazione, entrando così nella fase successiva: lo scheduling. Lo scopo principale di questa sottofase è quello di collocare nel tempo tutti i work package individuati, rispettando i vincoli. Per attuare una disposizione temporale delle singole attività occorre creare un collegamento tra loro, attraverso delle connessioni di carattere o sequenziale, in cui un'attività segue l'altra, o parallela, in cui le due attività sono eseguite nello stesso arco di tempo. Le relazioni che si possono instaurare tra attività prossime nella linea temporale sono chiamate dipendenze ed esse possono essere principalmente quattro, finish to finish (FF), start to start (SS), finish to start (FS) e start to finish (SF). Nel dettaglio le prime due sono definite delle dipendenze parallele, mentre le altre sono classificabili come sequenziali.

Le relazioni parallele FF e SS, come già in parte affermato, sono impiegate quando le attività considerate sono schedulate nello stesso arco temporale. La differenza principale tra le due relazioni è la loro dipendenza. Infatti, nella relazione FF le attività coinvolte devono concludersi contemporaneamente, mentre in quella SS è l'avvio ad essere simultaneo. Per quanto riguarda, invece, le relazioni sequenziali quella FS è la dipendenza più comune tra due pacchetti di lavoro elementare. Di fatti, l'impiego di questa tipologia di relazione è il classico legame sequenziale, ovvero alla conclusione della prima attività segue immediatamente l'avvio della successiva. Infine, l'ultima dipendenza è quella del start to finish, che merita un discorso particolare. La dipendenza SF, al contrario delle altre, è una forma di pianificazione all'indietro e per tale ragione

poco utilizzata nell'ambito dei progetti. Essa viene impiegata quando è necessario che la seconda attività non può terminare se la prima non è stata avviata. Quanto detto è riassumibile in figura 6, in cui sono rappresentate due attività A e B, con le rispettive dipendenze analizzate.

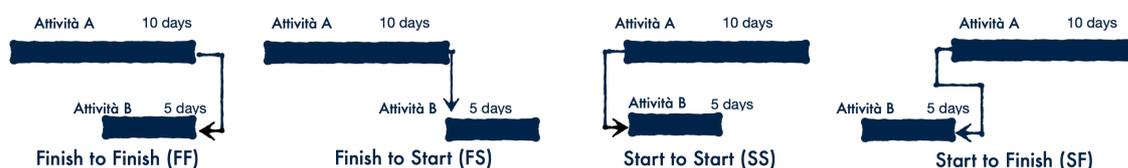


Figura 6-Relazione di dipendenza temporale tra le attività

Durante lo scheduling, il Project Manager deve redigere il Project Plan, un documento che rappresenta la time line dell'intero progetto, che deve essere fedelmente rispettata durante la fase di esecuzione. Per redigere al meglio il documento, il Project Manager si avvale di uno dei quattro strumenti di programmazione: planning o elenco di attività, il diagramma di Gantt, le tecniche reticolari e la Line of Balance. Il primo è uno strumento molto elementare, caratterizzato da una tabella di lavoro in cui ogni attività è affiancata dalla sua durata, come è osservabile nella figura 7. Tale tipologia di planning è maggiormente utilizzata in ambienti di lavoro con poca esperienza e con un numero limitato di work package, in quanto permette di avere come vantaggio la facilità nella lettura anche a chi è meno esperto, ma di contro, non permette di avere una visione immediata dell'intero progetto.

| ATTIVITÀ | PROGRAMMA ORIGINALE |
|----------|---------------------|
| Task 1 | 1 |
| Task 2 | 20 |
| Task 3 | 3 |
| Task 4 | 15 |
| Task 5 | 5 |

Figura 7-Rappresentazione di elenco delle attività

Il diagramma a barre di Gantt è uno degli strumenti maggiormente impiegato durante la fase di pianificazione, in quanto permette di avere una panoramica rapida dell'intero progetto. Questo diagramma, come è osservabile in figura 8, permette di avere una rappresentazione grafica del progetto, in cui le singole attività sono presenti attraverso le barre, con una lunghezza variabile che dipende dalla relativa durata. Inoltre, è possibile

osservare con estrema chiarezza le relazioni che intercorrono tra le singole attività attraverso le linee di collegamento tra le rispettive barre.

Il vantaggio principale di questo strumento è la rapidità nella lettura, consentendo di avere una chiara visione delle attività complessive del progetto. Di contro, esso è del tutto incomprensibile a chi non ha un occhio esperto sulla tecnica appena analizzata.

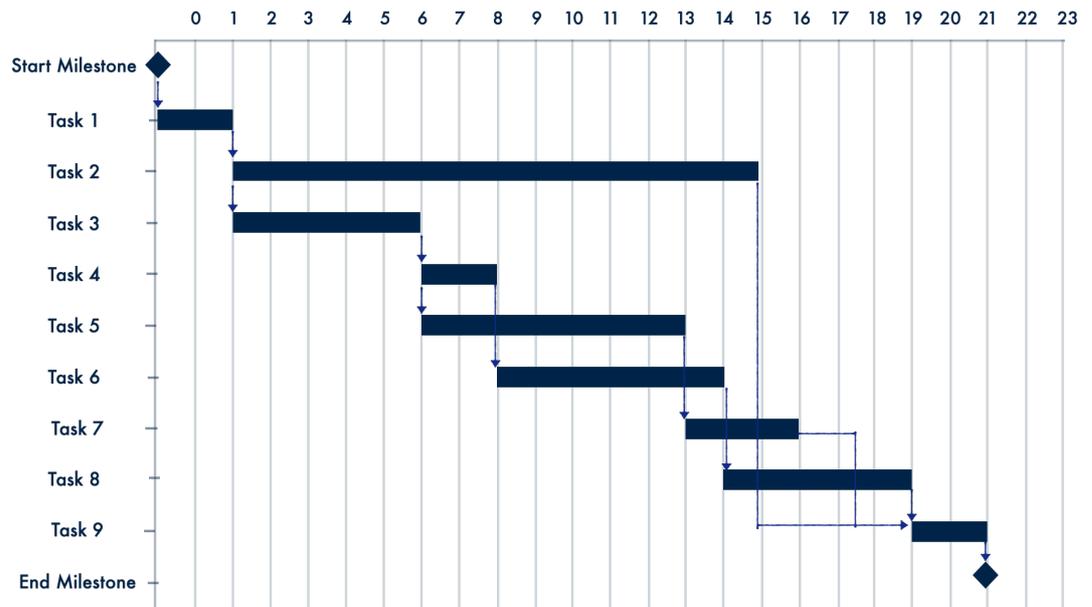


Figura 8-Rappresentazione grafica del diagramma di Gantt

Lo strumento delle tecniche reticolari, invece, si basa sulla rappresentazione dell'interno progetto mediante l'impiego di un grafo orientato con nodi ed archi. La famiglia degli strumenti delle tecniche reticolari si contraddistinguono da due tipologie di rappresentazione: il metodo dell'Activity On Node (AON), in cui le attività sono rappresentate dai nodi del grafo, e quello dell'Activity On Arrow (AOA), in cui le attività sono gli archi di collegamento dei nodi.

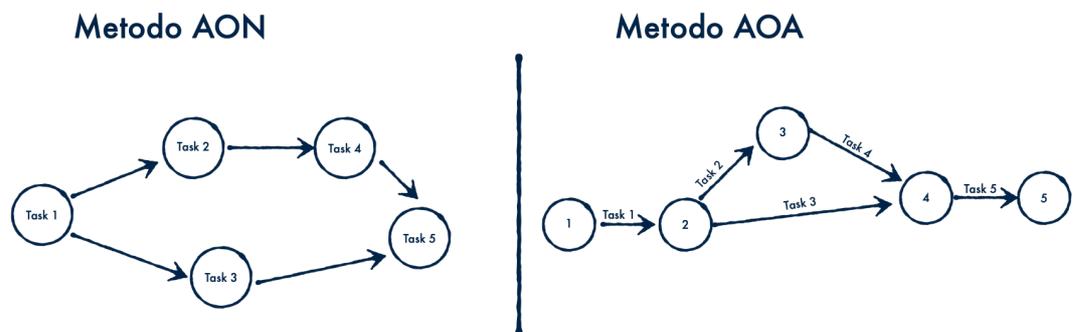


Figura 9-Metodo AON e AOA della tecnica reticolare

All'interno dello strumento delle tecniche reticolari, negli anni si sono sviluppate ed affermate differenti tecniche come Program Evaluation and Review Technique (PERT), Critical Path Method (CPM) e Precedence Diagram Method (PDM). In particolare, i primi due approcci permettono di attuare la pianificazione del progetto mediante l'ausilio della programmazione probabilistica per il calcolo della durata delle attività. Mentre la tecnica del PDM è caratterizzata dall'impiego di relazioni evolute che rappresentano in maniera accurata e realistica le attività da programma.

Infine, vi è la tecnica di programmazione della Line of Balance (LOB). Questo strumento è impiegato in situazioni nelle quali sono coinvolte attività ripetitive, come la realizzazione di strutture edilizie o prodotti seriali. La caratteristica principale dello strumento della Line of Balance, che lo differenzia da quelli analizzati in precedenza, è nella rappresentazione dell'intero progetto. Infatti, esso mette in relazione il tempo di realizzazione con le unità o la lunghezza del prodotto, così da evidenziare il tasso al quale il lavoro deve essere svolto per restare in linea con le previsioni, come è osservabile in figura 10. Tale strumento presenta il vantaggio di evidenziare, e dunque correggere, possibili problemi che possono impattare significativamente sul prodotto finito, ma la sua complessa comprensione e realizzazione lo rende uno strumento non impiegato nello sviluppo dei progetti.

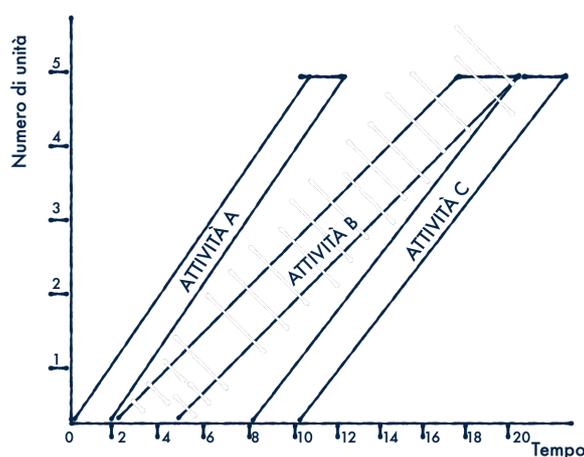


Figura 10-Rappresentazione di un progetto con la tecnica Line of Balance (LOB)

Dopo aver attuato la pianificazione nel dettaglio dell'intero progetto, occorre individuare il percorso critico, definito come un insieme di attività che influenzano direttamente la durata dell'intero piano di lavoro. La determinazione del cammino critico avviene usando una logica a ritroso, ovvero partendo dell'ultima attività del progetto si

arriva a una posta a valle. Il porre l'attenzione su questa sequenza di attività è fondamentale per la disciplina del Project Management, in quanto permette di ottimizzare i tempi di esecuzione e controllare al meglio la durata totale dell'intero progetto.

Negli anni, in parallelo al Project Management si è affermata la disciplina del Project Risk Management. Secondo l'organizzazione di PMI essa è definita come una pratica che: 'include i processi relativi alla pianificazione della gestione dei rischi, alla loro identificazione, all'analisi, alle risposte ed al monitoraggio e controllo di un progetto'⁵. La definizione mette in evidenza come la gestione del rischio deve seguire tutte le fasi di sviluppo del progetto, ponendosi in parallelo con la gestione dello stesso. In molti ambiti, soprattutto in progetti molto grandi e complessi, l'ambito della gestione dei rischi è scorporato da quello del Project Management. Al contrario, in ambiti in cui sono presenti piccoli e medi progetti, il ruolo del Risk Manager è rivestito dallo stesso Project Manager. Motivo per il quale, durante la fase di pianificazione viene svolta un'accurata analisi dei rischi.

Prima di focalizzare l'attenzione sulla disciplina della gestione dei rischi, occorre comprendere il significato del concetto chiave in questo ambito: il rischio. Secondo l'organizzazione PMI esso è definito come: 'un'evento o condizione incerta che, se si dovesse verificare, avrebbe un effetto positivo o negativo sugli obiettivi di progetto'⁶. Dalla definizione, si osserva come il rischio non è un concetto declinabile solo negativamente, ma esso può avere degli effetti che possono giovare lo sviluppo dell'intero progetto. Per tale ragione, nell'ambito dell'analisi dei rischi, la visione non è incentrata solamente sugli aspetti negativi, definite minacce, ma anche su quelli positivi, le opportunità.

Entrando nel vivo dell'analisi dei rischi, in essa si possono distinguere due differenti fasi: il Risk Assesment e il Risk Response. Il primo permette di individuare e quantificare i rischi, mentre nel secondo sono presentate le risposte all'eventuale accadimento dell'evento.

Attraverso l'analisi del processo e con l'ausilio di esperti del settore sono individuati tutti i rischi e rappresentati graficamente mediante la RBS, Risk Breakdown Structure. Questo strumento gerarchico, così come quelli precedenti, permette di suddividere i vari rischi in base alle diverse tipologie e funzioni di origine. Dopo averli

⁵ PMI-Project Management Institute, 2008

⁶ PMI-Project Management Institute, 2008

individuati e delineati, si passa alla loro quantificazione. Per ogni rischio viene osservato e misurato il livello di probabilità di accadimento e il grado dell'impatto. Ciò è necessario, in quanto la valutazione matematica del rischio avviene come prodotto tra questi due fattori.

Nell'ambito dell'analisi dei rischi ci sono tre metodologie di misurazione dei rischi: qualitativo, semi-qualitativo e quantitativo. La scelta del metodo di misurazione ricade sulla presenza o meno di uno storico aziendale e sul livello di esperienza dei tecnici coinvolti. Con l'approccio qualitativo, il livello della probabilità e dell'impatto sono misurati su una scala ordinale letterale (molto alta, alta, media, bassa e molto bassa). Nell'approccio semi-qualitativo, invece, la scala ordinale viene tradotta in una numerica. Infine, nell'approccio quantitativo, vi è una stima dei fattori di probabilità e dell'impatto mediante l'ausilio di storici aziendali, impiegando una scala di misura assoluta.

Dopo aver identificato e misurato il rischio, si passa alla seconda fase: il Risk Response. In questo stadio dell'analisi, per ogni rischio osservato si mette in atto una soluzione di risposta all'accadimento dell'evento, evidenziando il costo che esso apporta all'intero progetto. Le decisioni di risposta al rischio sono guidate da azioni strategiche che permettono di massimizzare le opportunità e minimizzare le minacce. In letteratura, l'applicazione del piano strategico dipende dalla collocazione dell'evento nella matrice impatto/probabilità, come osservabile in figura 8. Le azioni che possono essere intraprese sono principalmente quattro: evitare, trasferire, mitigare ed accettare. Precisamente l'azione di evitare il rischio viene attuata attraverso la sostituzione o modifica dell'attività che potrebbe originare il rischio; mentre quella di trasferimento attraverso l'ausilio di terzi esterni che si assumono la responsabilità dell'evento rischio che potrebbe affermarsi. Per quanto riguarda la mitigazione, invece, i rischi non vengono esternalizzati né eliminati, ma vengono ridotti i loro effetti all'interno del progetto mediante delle azioni preventive. Infine, la risposta di accettazione, così come lo definisce il medesimo nome, permette di tollerare l'accadimento dell'evento rischio.

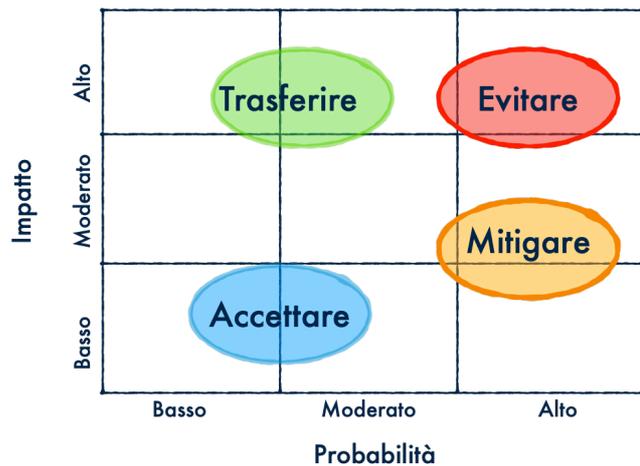


Figura 11-Strategia di risposta al rischio (GRM-PWC)

Con la risposta al rischio e la definizione del budget riservato ad esso si conclude l'analisi dei rischi.

In questa fase il responsabile della gestione dei rischi deve redigere il Risk Report, un documento in cui sono riportati i singoli rischi con le relative informazioni studiate durante la fase di analisi. L'importanza di questo materiale è data dalla sua durata, in quanto il Risk Report permette di realizzare uno storico aziendale dei rischi in ambito di progetti differenti, permettendo di passare negli anni da un'analisi qualitativa o semi-quantitativa ad una quantitativa.

1.1.1.3 Esecuzione

La fase di esecuzione è il mero svolgimento dei processi di sviluppo del progetto. Durante questo stadio, è compito del Project Manager coordinare e comunicare con le singole risorse presenti nel progetto, così da ridurre al minimo i dubbi e le incomprensioni.

1.1.1.4 Monitoraggio e Controllo

Parallelamente alla fase di esecuzione, spetta al Project Manager il compito di controllare e monitorare lo sviluppo del progetto. In letteratura, vi è una distinzione tra il concetto di monitoraggio e quello di controllo. Nel primo sono analizzati i processi, valutandone l'andamento rispetto a quello programmato dal planning, mentre nel secondo si attua una riorganizzazione del progetto al fine di rispettare gli obiettivi iniziali. Nell'ambito pratico, invece, questa distinzione non si presenta così chiaramente, e per tale ragione questi due singoli processi separati sono accorpatisi in uno unico: il 'Project

Controll'. Quest'ultimo consiste nella misurazione degli scostamenti ad intervalli regolari predeterminati ad inizio progetto.

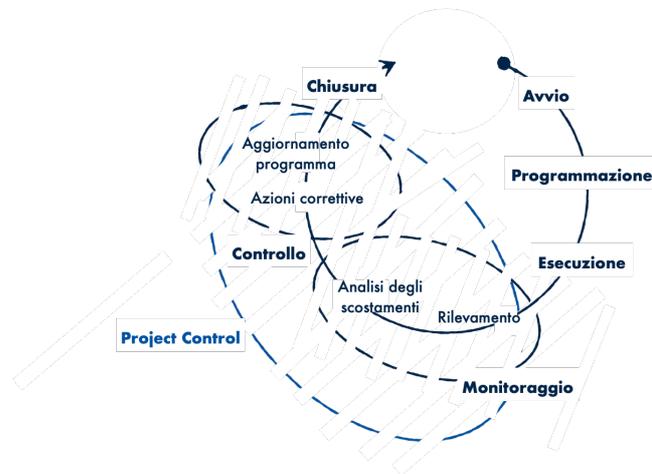


Figura 12-Confronto tra le fasi di Montaggio e Controllo ed il Project Control

Come affermato, l'obiettivo principale in questa fase è quello di misurare e valutare l'andamento dell'intero progetto attraverso la sua evoluzione temporale ed economica. Mediante l'ausilio del planning di progetto e degli indici di produttività è possibile esaminare lo stato di sviluppo in un determinato tempo. Mentre, per le performance economiche, il Project Manager deve comparare l'attuale costo con il budget stimato.

Per attuare la misurazione dello sviluppo dei processi di lavoro ci sono vari metodi. Il primo è quello della curva S, che permette di confrontare graficamente l'andamento cumulato delle attività e delle risorse impiegate con quello preventivato. Tale strumento ha il vantaggio di avere una chiara visione dello scostamento degli scenari permettendo di correggere eventuali ritardi nel progetto. La difficoltà che si riscontra con tale tecnica è quella della previsione dell'andamento della curva finale.

Per quanto detto, all'interno della disciplina sono maggiormente utilizzati altre alternative per attuare una misurazione dell'andamento fisico come l'avanzamento percentuale, il target e gli indici di performance. Partendo dal primo metodo, esso è impiegato in progetti in cui è possibile misurare le quantità effettive. Infatti, esso è calcolabile come il rapporto tra le quantità effettive e quelle previste, così da stimare la percentuale di sviluppo delle singole attività. Nel caso in cui venisse a mancare la possibilità di stimare le quantità delle singole attività viene impiegata la metodologia dei target. Questa è caratterizzata dall'utilizzo di target convenzionali che permettono di comprendere lo stadio del processo in cui l'attività è giunta. Infine, gli indici di

performance permettono di valutare l'evoluzione del progetto e delle attività attraverso la comparazione di indici di performance tra quelli preventivi, stimati ad inizio progetto, e quelli effettivamente presenti al momento del monitoraggio.

La disciplina del Project Manager ammette anche un'ulteriore tecnica per la valutazione economica e temporale dello sviluppo di un progetto: il metodo dell'Earned Value. Per una corretta applicazione dello strumento, occorre ottenere dal piano di lavoro le seguenti informazioni:

- Budget Value (BV): definito come costo a budget del lavoro programmato, ed è calcolabile come prodotto tra il costo di budget del progetto e il work schedule, il lavoro programmato;
- Actual Value (AV): definito come costo registrato del lavoro effettivamente svolto, calcolabile come prodotto tra il costo attuale e il lavoro effettivo;
- Earned Value (EV); definito come prodotto tra il costo di budget e il lavoro effettivamente svolto.

Una volta definiti tali valori, si possono determinare degli indici di performance, che permettono di valutare un profitto o perdita temporale ed economica. Quelli temporali sono lo Scheduled Variance (SV) e lo Schedule Index (SI), in entrambi entrano in gioco le informazioni di Earned Value e Budget Value, solo che nel primo è la differenza tra i due e nel secondo il loro rapporto. Le informazioni ottenibili da tali indici permettono di valutare il ritardo o l'anticipo temporale rispetto a quello programmato.

| | |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Scheduled Variance (SV)=Earned Value-Budget Value | Scheduled Index (SI)=Earned Value/Budget Value |
| + Anticipo | >1 Anticipo |
| 0 In orario | 1 In orario |
| - Ritardo | <1 Ritardo |

Equazione 1-Scheduled Variance e Scheduled Index

Analogo discorso è attuato per la valutazione delle performance economiche, dove gli indici sono il Cost Variance (CV) ed il Cost Index (CI). Anche in questo caso, l'output ottenibile dalla stima di tali indici è il risparmio o la perdita economica che lo sviluppo del progetto apporta.

| | |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Cost Variance (CV)=Earned Value-Actual Value | Cost Index (CI)=Earned Value/Actual Value |
| + Sotto Budget | >1 Sotto Budget |
| 0 in Budget | 1 in Budget |
| - Sopra Budget | <1 Sopra Budget |

Equazione 2-Cost Variance e Cost Index

Lo strumento dell'Earned Value permette di analizzare nel complesso l'evoluzione del progetto permettendo al Project Manager di rettificare prontamente il suo andamento, così da evitare perdite economiche e riduzione del profitto finale del progetto.

1.1.1.5 Chiusura

La fase finale di un qualsiasi progetto è la sua chiusura, in cui sono redatti tutti i documenti necessari sia per il passaggio di responsabilità che per la valutazione dei risultati ottenuti. Infatti, come è osservabile dalla norma ISO 21500, uno degli output in quest'ultima fase è quello del Lesson Learned, un workshop tra il team di progetto e l'organizzazione aziendale con lo scopo di valutare l'intero sviluppo del progetto analizzando le criticità emerse e le loro ottimizzazioni.

1.1.2 Metodo Agile

Per rispondere ai continui cambiamenti e all'evoluzione dell'ambito di applicazione, la disciplina del Project Management ha subito miglioramenti nelle tecniche della gestione dei progetti. Infatti, con l'avvento dei software è stato necessario introdurre una modalità di gestione molto più flessibile e snella. Prendendo ispirazione della tecnica di sviluppo prodotto del 'Toyota Production System (TPS)', molti tecnici del settore hanno realizzato una metodologia capace di rispondere al dinamismo che il mondo del software apporta. Questa nuova metodologia sviluppata ed implementata nei progetti prende il nome di Agile.

L'approccio di gestione Agile, come afferma il medesimo nome, è una tecnica agile caratterizzata da processi di sviluppo iterativi e incrementali, che permettono di realizzare un prodotto e/o servizio molto vicino ai bisogni del cliente.

L'approvazione della tecnica anche nell'ambito internazionale ha portato alla standardizzazione del metodo nella letteratura del Project Management. Come si evince dalla figura 13, i gruppi di processo di un progetto sviluppato in Agile sono intervallati da test. Infatti, è centrale il concetto di testare il prodotto dopo ogni singolo processo, così da ridurre le possibili problematiche che si possono evidenziare. Inoltre, l'intero progetto è suddiviso in più fasi di sviluppo, definiti sprint. Ogni sprint si conclude con il rilascio del prodotto e/o servizio incompleto al cliente, che lo testa e ne dà il suo riscontro,

permettendo agli sviluppatori di incrementarlo rendendolo quanto più fedele ai requisiti richiesti. Con l'approvazione da parte del cliente, il gruppo di sviluppo passa al successivo sprint, continuando sino alla fine del progetto.

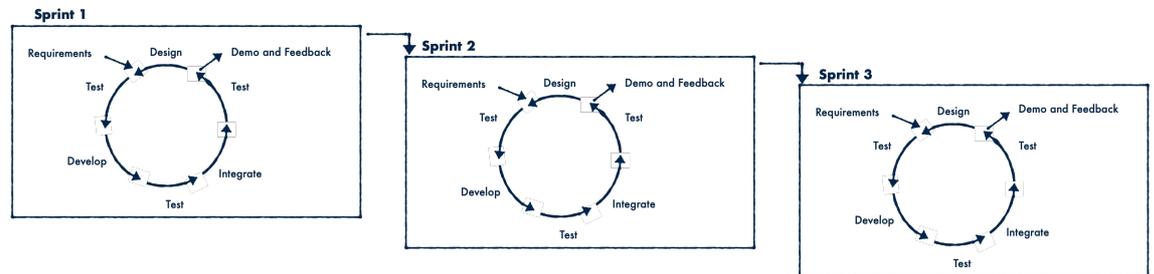


Figura 13-Rappresentazione dei processi della metodologia Agile

L'approccio Agile è nato per essere principalmente applicato nell'ambito dello sviluppo software, ma negli anni è stato impiegato per progetti finalizzati allo sviluppo di prodotti. Ciò è stato possibile in quanto nel mercato si è affermato il paradigma del 'short release time', attraverso il quale molti beni fisici devono essere rilasciati in tempi molto brevi, richiedendo la necessità di una tecnica di gestione dei progetti snella.

All'interno dell'approccio Agile si distinguono varie tecniche differenti, ma le più conosciute sono: l'Extreme Programming (XP) e lo Scrum.

1.1.2.1 Extreme Programming

La tecnica dell'Extreme Programming (XP) è considerata la prima tecnica Agile che si è sviluppata nell'ambito della gestione dei progetti. Fu sviluppata da Kent Beck e si diffuse rapidamente nell'ambiente dello sviluppo del software, rimanendo ancora oggi una delle tecniche più utilizzate.

Nel trattato letterario in cui viene spiegato l'approccio dell'Extreme Programming sono evidenziati i cinque valori fondamentali su cui la tecnica poggia le sue radici:

- La *comunicazione*, sia all'interno del team di lavoro che con il cliente finale, gioca un ruolo fondamentale per la riuscita del progetto;
- La *semplicità* dello sviluppo dei progetti permette il miglioramento negli sprint successivi;
- I *Feedback* ottenuti dagli stakeholders e dei clienti del progetto sono necessari per l'implementazione del prodotto;

- Il *coraggio* all'interno del progetto, per le decisioni da prendere e la valutazione della correttezza di quelle passate, permette di portare a termine gli obiettivi stabiliti;
- Il *rispetto* nei confronti di tutti coloro i quali sono coinvolti nello sviluppo permette di creare coesione nel team e di apportare conoscenze diverse all'interno del progetto.

Così come il metodo a cui l'XP fa riferimento, esso presenta lo sviluppo iterato di sottofasi del progetto finale. Ogni sottofase è caratterizzata da una stesura iniziale di test automatici, che forniscono gli obiettivi principali. Questo processo viene definito codifica, ed a termine di ciò segue la progettazione e l'architettura. Durante questa fase si attua il refactoring dei codici dello stesso set di programmatori. Non appena si concludono queste attività, il prodotto incompleto viene rilasciato ai clienti e agli stakeholders, che sono coinvolti attraverso i loro feedback. Avendo ottenuto il loro responso, il team di progetto migliora quanto fatto ricominciando nuovamente il ciclo di sviluppo, sino al completamento finale del prodotto e/o servizio. I cicli di sviluppo all'interno del metodo Extreme Programming sono caratterizzati da una tempistica molto breve, in quanto la loro durata non supera mai le due settimane.

1.1.2.2 Scrum

Un'altra tecnica che si è sviluppata e si è affermata all'interno dell'approccio Agile è quello dello Scrum, descritto nel 1995 da Ken Schwaber e Jeff Sutherland.

La tecnica di gestione di progetti Scrum, così come le altre facenti parte dell'Agile, suddivide il progetto in sprint sequenziali ed iterativi. Ciò che la distingue dagli altri, sono, invece, i gruppi di processo nello sviluppo del prodotto e/o servizio e le figure presenti nel team di lavoro. Per quanto riguarda quest'ultimo, esso ha la caratteristica di essere autocontrollato, al cui interno sono presenti il Product Owner (PO), lo Scrum Master (SM) ed il team di sviluppo vero e proprio. Lo Scrum Master è una figura all'interno del team, che coordina e si assicura il corretto svolgimento del progetto. La sua figura può essere associata a quello del tradizionale Project Manager, in quanto ricopre il ruolo di leader. Il Product Owner, invece, è la figura di collegamento tra il team e gli stakeholders del progetto, e su di esso ricade la responsabilità dell'aspetto finanziario. Seppur presenta delle responsabilità elevate, esso non ha alcuna autorità all'interno del gruppo, bensì è un supporto allo svolgimento del progetto.

Inerente al processo di sviluppo del progetto con la metodologia Scrum, come si evidenzia in figura 14, il primo passo per qualsiasi progetto è svolto dal Product Owner. Infatti, quest'ultimo, in contatto con gli stakeholders e i clienti finali, determina e classifica i Product Block. Essi sono definiti come gli obiettivi finali del progetto che devono essere conseguiti. Una volta che è avvenuto tale ordinamento, si avvia il progetto attuando una riunione iniziale: il kick off meeting. Durante questo incontro, in cui sono coinvolti il team con lo Scrum Master ed il Product Owner, sono definiti gli Sprint Block. Questi ultimi sono gli obiettivi da conseguire all'interno dei singoli sprint.

Ogni sprint ha la durata di massimo quattro settimane, in cui il team sviluppa e porta avanti il lavoro per conseguire gli obiettivi prestabiliti. Giornalmente lo Scrum Master ed il team attuano un meeting, il Daily Meeting o Stand-up Meeting, in cui viene evidenziato il lavoro svolto, le criticità emerse e ciò che deve essere portato a termine prima dell'incontro successivo.

Alla conclusione dello sprint, il team presenta i risultati ottenuti al PO, il quale valuta l'effettivo conseguimento o meno dei risultati permettendo al team di passare allo sprint successivo, o proponendo aggiustamenti per il raggiungimento degli Sprint Block.

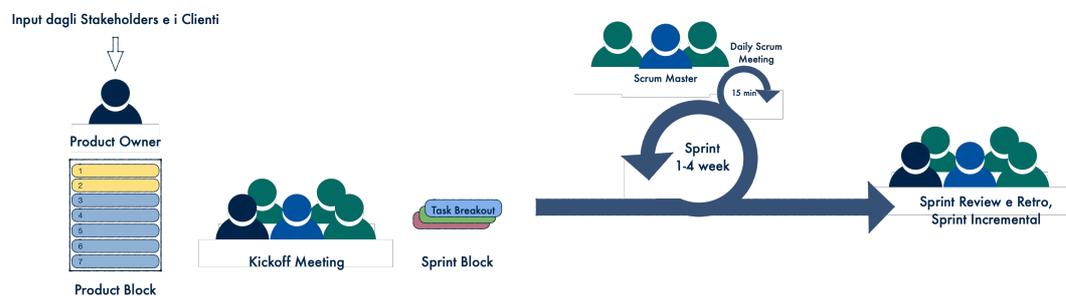


Figura 14-Processo di sviluppo di un progetto secondo il metodo Scrum

2 Caso studio: LTEG

Il caso studio analizzato è quello portato avanti dalla startup LT Energy Group Srl (LTEG), che negli ultimi mesi ha subito un percorso di mutazione di brand identity modificando il suo nome in 'Nexton'.

Nexton è una startup high-tech torinese, che focalizza il suo core business nella creazione di una rete di sensori e di sistemi di comunicazione, che rendono efficiente il sistema di illuminazione out-door già esistente. La società è stata fondata nel 2019 da un gruppo di tre ragazzi e negli anni ha ampliato il suo team di lavoro. Ad oggi essa vanta di cinque giovani intraprendenti con un mix di esperienze e background differenti: Davide Tuzi, il CEO, Gerardo Lando, il COO e Project Manager Officer, Alberto Fontana, responsabile dello sviluppo prodotto, Alessio Gilberti, CTO, e Fabio Mastrocesare, direttore delle vendite e del marketing.



Figura 15-Organigramma aziendale della startup Nexton

La mission portata avanti dai fondatori della startup è quella di contribuire attivamente nella creazione di una società più sostenibile. Precisamente, l'idea, sviluppata nel 2018 e implementata negli anni, si focalizza sulla volontà di risolvere un problema presente nel settore del Cleantech & Energy. Infatti, dalle analisi condotte dal Team è emerso come il costo dell'illuminazione out-door è una voce nei bilanci delle amministrazioni pubbliche e private molto rilevante. Per ovviare a questo problema le aziende hanno attuato una variazione nella tecnologia di illuminazione usata, passando da quelle a base i vapori a quelle LED (Light Emitting Diode). Tuttavia, rimane il fatto che il suo funzionamento non è intelligente e dunque dispendioso. Infatti, le reti di illuminazioni, indipendentemente dalla presenza o meno di traffico, emettono un'intensità luminosa costante e pari al 100%. Ciò comporta un dispendio economico considerevole se rapportato all'attuale necessità di illuminazione. Per risolvere tale problematica, negli ultimi anni, è stato sviluppato un nuovo concetto inerente

all'illuminazione out-door, quello dell'illuminazione intelligente, in cui la rete si adatta alla richiesta dosando l'energia luminosa, mantenendo il limite minimo imposto dalle normative vigenti. Infatti, attraverso la presenza di sensori di movimento e un sistema di dimming interno, i lampioni di un parco di illuminazione sono usati in maniera efficiente, abbattendo notevolmente i costi sostenuti dalle aziende pubbliche e private permettendo di ridurre anche l'impatto ambientale evitando sprechi energetici.

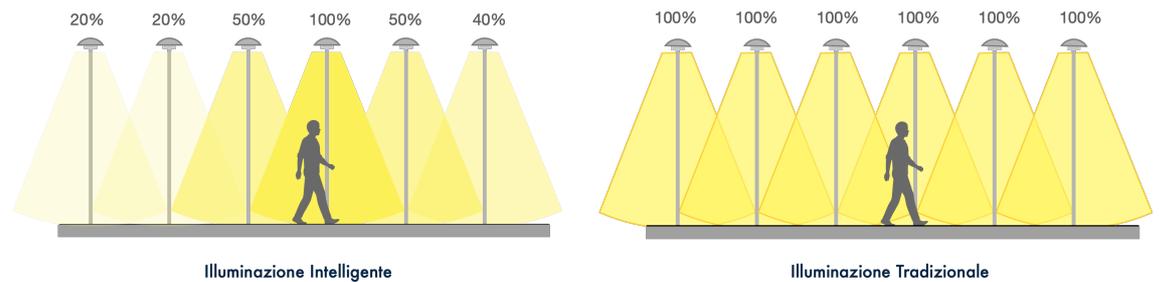


Figura 16-Rappresentazione dell'illuminazione Intelligente e Tradizionale

La soluzione dell'illuminazione intelligente è stata sviluppata nel contesto delle Smart City, riscontrando molto successo nelle amministrazioni pubbliche. Purtroppo, però, ad oggi sono poche le amministrazioni private che hanno implementato tale tecnologia, in quanto le soluzioni offerte dal mercato sono troppo costose e presentano funzionalità non necessarie.

Da quanto detto, si è evidenziato che nell'interno del settore esiste una nicchia di clienti che non è stata ancora presa in considerazione: enti privati che hanno la necessità, ancora insoddisfatta, di voler agire contro il cambiamento climatico ed al contempo risparmiare, grazie all'investimento in soluzioni tecnologiche innovative nella rete di illuminazione.

Dopo aver evidenziato il problema, la startup Nexton ha sviluppato la sua soluzione, il prodotto *Nextlight*

2.1 La soluzione *Nextlight*

Nextlight è il nome della famiglia di prodotti ideata da Nexton, che apre nuove opportunità di illuminazione intelligente soprattutto nel mercato privato.

La soluzione proposta gode della caratteristica di essere plug & play, ovvero è un modulo aggiuntivo rispetto all'infrastruttura preesistente, e retrofit, permette di utilizzare i lampioni LED già installati.

La soluzione è costituita dall'hardware progettato e integrato con un sistema di comunicazione all'avanguardia, che monitora e controlla a distanza i consumi dei lampioni tramite il cloud computing raccogliendo i dati dell'ambiente grazie ai sensori.

La presenza dei sensori all'interno della soluzione consente al sistema di adattarsi alle esigenze in termini di energia, favorendone l'elevato risparmio energetico. Attraverso la soluzione proposta nel mercato Nexton raccoglie, inoltre, i dati dei consumi energetici, traducendoli per i clienti in report facilmente comprensibili.

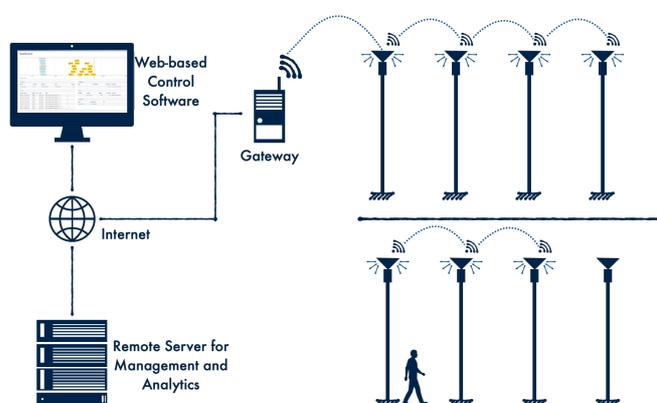


Figura 17-Sistema di funzionamento

2.1.1 Componenti *Nextlight*

La soluzione *Nextlight* è composta da scatole installate direttamente sul punto luce, al cui interno sono presenti i sensori e il controller. Inoltre, all'interno del parco viene installato il gateway, che permette le comunicazioni tra i singoli controller e il server. Infatti, attraverso un collegamento LoRaWAN, il gateway raccoglie i dati dei singoli lampioni e li trasmette al server, tramite una rete cellulare. La raccolta di tali informazioni permette di renderli accessibili nella dashboard del cliente, in maniera chiara e facilmente comprensibile.



Figura 18-Soluzione Nextlight installata in un punto luce

Precisamente, la componente hardware è costituita da due boxes un IP65 e un IP44. Il primo, posto alla sommità del punto luce, racchiude gli elementi del controller, del circuito elettrico interno e dell'antenna. Mentre nell'IP44, collegato al primo mediante un cavo esterno, è presente il sensore di movimento e per tale ragione è posto nel palo del punto luce.

Attraverso il sensore di movimento viene rilevata la presenza del pedone e viene registrata all'interno del sistema, che permette di modificare istantaneamente la luminosità della lampada.

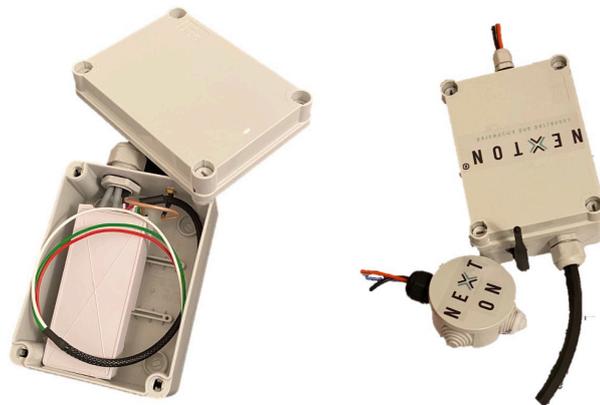


Figura 19-Componente hardware al cui interno è presente il controller e il sensore di movimento

Per quanto riguarda invece il componente server del prodotto *Nextlight*, esso è costituito da una dashboard messa a disposizione al cliente, attraverso la quale è possibile monitorare il funzionamento ed il consumo dei singoli punti luci, anche di parchi di installazioni geograficamente differenti appartenenti allo stesso cliente.

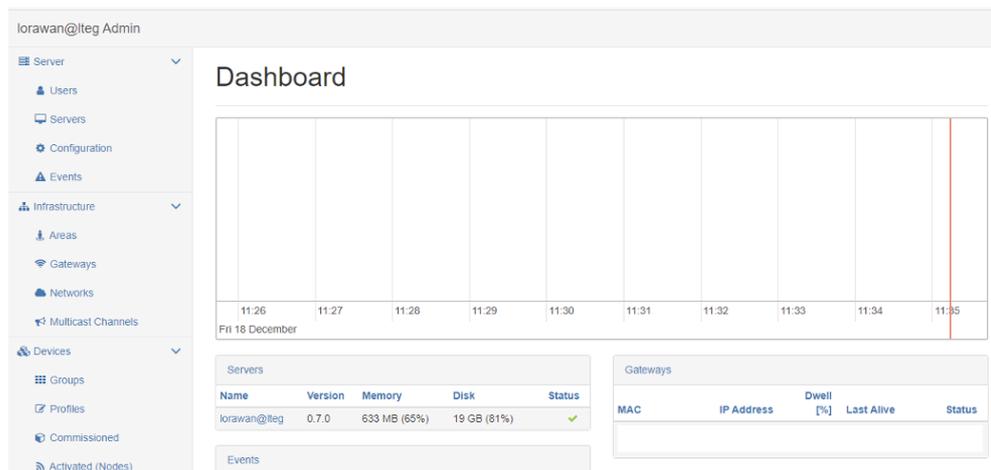


Figura 20-Dashboard Server Nexton

Oltre a quanto descritto, Nexton offre ai clienti, che utilizzano tale prodotto, anche un servizio post-vendita caratterizzato da report mensili che evidenziano i consumi del parco, permettendo una facile lettura anche al cliente meno esperto.

2.1.2 Approvvigionamento e ciclo di vendita

Dalla descrizione della soluzione si evidenzia la molteplicità dei componenti. La strategia iniziale che Nexton ha sviluppato è quello di avvalersi di una rete di fornitura adeguata agli standard che si vuole offrire. Infatti, il compito del Team sarà quello di assemblare e installare il prodotto, fornendosi di elettricisti esperti.

Analizzando la soluzione proposta da Nexton, è importante conoscere anche il ciclo di vendita del prodotto, in quanto ciò permette di avere una visione generale sul tema dell'approvvigionamento e dello sviluppo del prodotto.

Prima del preventivo ufficiale da parte di Nexton al cliente, viene attuata un'analisi preliminare, con richieste di informazioni di input e, laddove possibile, sopralluoghi. Ciò è necessario in quanto *Nextlight* è un prodotto da installare in un impianto LED già esistente e, per tale ragione, deve adempiere a delle caratteristiche specifiche minimizzando la possibilità di avaria del sistema. Dopo l'approvazione del cliente, il Team avvia il processo di assemblaggio e installazione, acquistando le materie prime dai fornitori. Non appena queste ultime sono recapitate alla startup, il Team attua tutti i test necessari per attuare l'assemblaggio del prodotto. Conclusa la fase di assemblaggio, attraverso esperti elettricisti, si avvia la fase di installazione in loco. Al fine di rilasciare al cliente l'opera, il Team attua dei test finali del prodotto e di collaudo. In parallelo a ciò,

viene effettuato la personalizzazione della dashboard del cliente, mettendo in evidenza le informazioni utili richieste dall'utente.

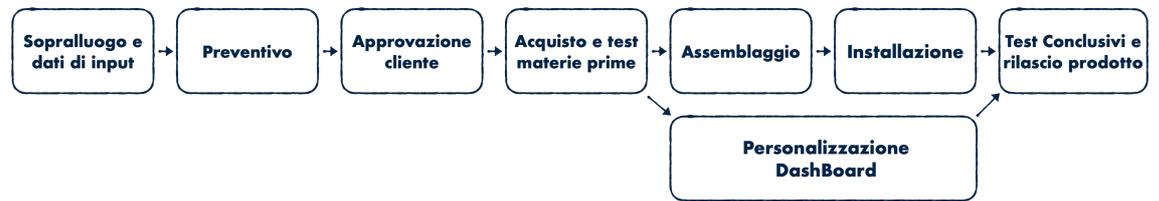


Figura 21-Rappresentazione generica del processo di vendita e sviluppo della soluzione Nextlight

3 Progetto di Chivasso: metodo Waterfall

Nei suoi primi anni di vita la startup Nexton ha intrapreso un'importante azione di ricerca e sviluppo, non solo per ciò che riguarda il prodotto da lanciare nel mercato, ma anche inerente al settore in cui Nexton si colloca. Tra le azioni più rilevanti inerenti a quest'ultimo studio, vi è quello della decisione della strategia di business da intraprendere. Infatti, il CEO, Davide Tuzi, ed il Team, dopo varie analisi sui competitors e sul business interno, hanno deciso di seguire la strategia della Lean Startup. L'approccio citato è stato ampiamente discusso nel trattato di E. Ries, il quale afferma come questo possa giovare alle nascenti aziende caratterizzate da una forte incertezza, come le startup.

La strategia Lean Startup si basa sul concetto del Lean manufacturing, o conosciuto anche come 'Metodo Toyota', che si poggia sul concetto di produzione leggera, eliminando gli sprechi e riducendo sino al necessario la burocrazia. Ries, rifacendosi a tale concetto, lo amplia nell'ambito del business declinandolo alle startup, così da minimizzarne gli sprechi funzionali ed i rischi di fallimento. Esso è caratterizzato, dunque, dalla semplificazione della strategia di impresa rendendola modificabile con le trasformazioni aziendali.

Punto focale del Lean Startup è l'apprendimento convalidato, 'un metodo rigoroso per dimostrare il progresso quando si è inseriti nel terreno di estrema incertezza in cui crescono le startup'⁷. Per attuare ciò è necessario sviluppare e rendere disponibile il MVP, Minimum Viable Product, definito come un prototipo preliminare di bassa qualità del proprio prodotto/servizio che si intende lanciare nel mercato. La realizzazione e il rilascio di questo prodotto primordiale ha lo scopo di far comprendere agli sviluppatori e ai produttori le criticità di costruzione e le modifiche necessarie per renderlo conforme alle richieste del cliente finale.

Anche Nexton, seguendo le linee guida del Lean Startup, ha avviato il progetto di sviluppo del MVP del Nextlight, grazie agli accordi intrapresi con il comune di Chivasso (TO). Infatti, nel maggio 2020 il Team ha presentato agli assessori del commercio e dei lavori pubblici il progetto di validazione. E dopo vari incontri con i responsabili comunali, la startup ha ottenuto un esito favorevole ottenendo come luogo di test il giardino De Gasperi. I lavori di progettazione e sviluppo dovevano cominciare a ridosso dell'estate del 2020, ma a causa della pandemia Covid-19, gli accordi di avvio del progetto hanno

⁷ Eric Ries, The Lean Startup, 2011

subito un ritardo, permettendo al Team di intraprendere i lavori nel novembre 2020. Nexton ha deciso, sin da subito, di strutturare il progetto come se fosse commissionato da un cliente esterno, pur essendo interamente finanziato dalla stessa startup. La decisione di tale scelta di gestione ricade principalmente sul porre in evidenza le criticità non solo di sviluppo della soluzione, ma anche della coordinazione con il cliente esterno. Inoltre, per comprendere al meglio il funzionamento della soluzione proposta, la strategia attuata dalla startup è stata quella di realizzare un primo componente hardware per testarlo in loco, e solo in seguito, l'assemblaggio dei restanti box con la relativa installazione nei rispettivi punti luce. Seppur non sia una strategia che ottimizza i tempi di sviluppo ed installazione, questa permette di avere maggiori test sul prodotto finale.

3.1 Caratteristiche del giardino De Gasperi

Il parco d'illuminazione messo a disposizione della startup Nexton presenta una superficie di 230 metri con diciotto punti luce aventi tecnologia LED. Un'ulteriore caratteristica dell'impianto è la monolateralità, ovvero è presente per l'intero sistema un unico generatore di corrente posizionato alle vicinanze del primo punto luce con un rivestimento non corazzato, che permette di posizionare al suo interno il gateway.

Il giardino De Gasperi è posizionato dietro un centro residenziale periferico, come è osservabile dalla figura 22. Ciò permette di affermare con facilità che la via interessata all'illuminazione è una strada pedonale frequentata principalmente dai residenti del centro stesso.

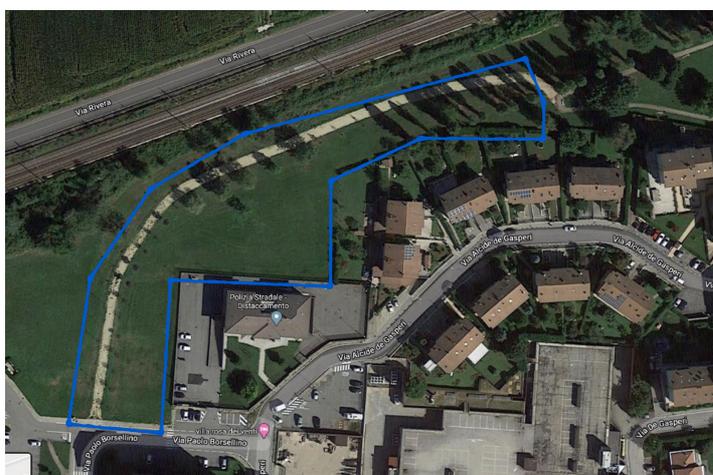


Figura 22-Giardino De Gasperi, Chivasso (TO)

3.2 *Progettazione e implementazione del progetto di Chivasso*

Il caso studio analizzato è appunto quello inerente al progetto di validazione della soluzione proposta da Nexton. Il progetto ha avuto una data di avvio nel novembre 2020, anche se solo nel gennaio 2021 è stato preso in esame.

La situazione presente a gennaio era una pianificazione elementare realizzata mediante lo strumento Excel con delle attività non ampiamente dettagliate. Per tale ragione è stata effettuata un'analisi preliminare del processo produttivo, evidenziando le attività necessarie e schedulandole nel tempo. Sono state, inoltre, attuate due azioni di monitoraggio e controllo durante l'intero arco di sviluppo. La prima è stata effettuata quando è stato preso in esame il progetto, mentre la seconda a fine aprile, durante la fase di installazione del primo componente hardware.

La prima metodologia analizzata per lo sviluppo del progetto è quella Waterfall, che segue le linee guida della norma ISO 21500.

3.2.1 Assunzioni del progetto

Una fase preliminare alla pianificazione del progetto di validazione è stata la definizione delle assunzioni che il Team ha attuato nell'intero processo di sviluppo.

Nella realizzazione del progetto del prototipo di *Nextlight*, la startup ha deciso di non integrare nessuna nuova risorsa esterna, ma di sfruttare al massimo quelle già internalizzate. Per ovviare al problema della mancata percezione del salario mensile del Team, dovuto alla natura dell'azienda in quanto startup, si è deciso di assumere il loro stipendio considerando le mansioni svolte e gli anni di esperienza accumulati. Ciò ha permesso di ottenere un costo operativo quanto più reale possibile, applicando a ciascun salario lordo, una detrazione fiscale del 30% ed il rilascio della tredicesima mensilità di stipendio. Il valore monetario considerato è stato ottenuto dopo un'attenta analisi del mercato italiano delle singole funzioni che caratterizzano il Team di Nexton. Quanto detto è riassumibile nella tabella sottostante, in cui per ogni membro della startup è affiancato la sua mansione, l'esperienza lavorativa accumulata e lo stipendio giornaliero lordo e netto.

| ASSUNZIONE STIPENDI RISORSE NEXTON | | | | |
|------------------------------------|-----------------------------------|------------|-----------------------|----------|
| RISORSA | MANSIONE | ESPERIENZA | STIPENDIO GIORNALIERO | |
| | | | LORDO | NETTO |
| Davide Tuzi | Ingegnere Gestionale | 4-9 anni | 101,28 € | 70,90 € |
| Gerardo Lando | Project Manager | 0-3 anni | 111,43 € | 78,00 € |
| Alberto Fontana | Ingegnere Elettronico | 0-3 anni | 82,05 € | 57,44 € |
| Alessio Gilberti | Ingegnere delle Telecomunicazioni | 10-20 anni | 202,56 € | 141,79 € |
| Fabio Mastrocesare | Sales Manager | 0-3 anni | 90,77 € | 63,54 € |

Tabella 1-Assunzione stipendi risorse Nexton

Inoltre, è stata attuata un'ulteriore assunzione nella pianificazione, ovvero è stato considerato un calendario lavorativo di soli cinque giorni settimanali, escludendo il sabato e la domenica, senza tener conto delle festività programmate. In aggiunta a quanto detto, è stato considerato un orario di lavoro settimanale di 40 ore per le risorse interne, con una minimizzazione dell'impiego di straordinario. Qualora fosse necessario per la pianificazione, si è deciso di ricorrere allo straordinario, per ridurre i possibili ritardi ed impiego di risorse esterne. Per tale ragione è stato considerato un incremento del 30% dello stipendio nel caso di lavoro fuori da orari contrattuali.

3.2.2 Pianificazione

Così come definisce la norma ISO 21500, la prima fase di un qualsiasi progetto che segue la tecnica Waterfall è l'avvio. Anche per Chivasso è stata svolta una fase di avvio da parte del Team, in cui sono stati evidenziati i possibili stakeholders del progetto e sono stati definiti i ruoli interni. A causa della natura stessa del progetto, non è stato redatto alcun documento di ufficializzazione durante questo stadio preliminare. Infatti, tutte le decisioni e le analisi svolte sono state trattate in documenti interni non formali o sono state discusse verbalmente durante gli incontri settimanali del Team.

La fase successiva a quella di avvio, così come ampiamente discusso nel capito 1, è quello della pianificazione. Lo scopo di tale fase è l'individuazione dettagliata delle attività necessarie per il raggiungimento dell'obiettivo finale e la loro successiva calendarizzazione. Anche per la startup è stata sviluppata questa fase, includendo oltre alle già citate pianificazione e schedulazione, anche l'analisi dei rischi, giustificata dalla grandezza dell'azienda e del ruolo affidato al Project Manager del Team.

3.2.2.1 Pianificazione

Per comprendere al meglio le fasi di sviluppo del progetto di validazione di Chivasso sono stati realizzati dei colloqui con il Team. Il tema di questi incontri si

concentrava principalmente sull'analisi dei singoli processi di sviluppo di *Nextlight*, focalizzando l'attenzione sui componenti necessari per il suo assemblaggio.

L'indagine effettuata ha permesso di individuare e scindere con maggior dettaglio le attività presenti, e di conoscere al meglio la strategia di sviluppo che il Team vuole seguire. Da questa prima analisi è stato possibile l'individuazione delle macro fasi dell'intero progetto di validazione della soluzione di Nexton: un'analisi preliminare delle specifiche dei singoli componenti, l'assemblaggio, l'installazione e i test del primo componente, l'assemblaggio e installazione dei restanti diciassette ed infine la personalizzazione della dashboard del cliente.

A conclusione dei colloqui, è stata realizzata una rappresentazione grafica delle informazioni acquisite in questa fase, attraverso l'impiego della Work Breakdown Structure. Per realizzare tale strumento è stato impiegato un editing di diagrammi online dal sito <https://app.diagrams.net>. Per ciò che riguarda la WBS del progetto di Chivasso, essa è rappresentata nella figura 23 ed è composta da tre livelli di scomposizione, che presentano logiche differenti.

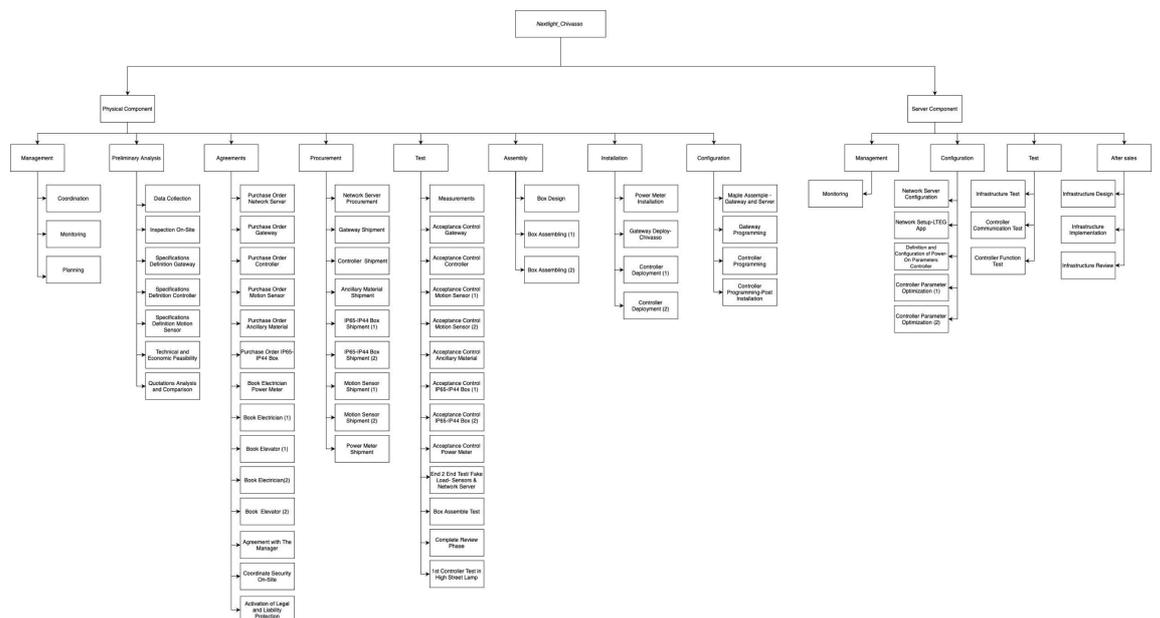


Figura 23-Work Breakdown Structure del progetto di validazione del prodotto Nextlight

Partendo dal prodotto nella sua interezza, si è deciso di attuare una sua prima suddivisione nei suoi componenti principali: componente hardware e server. Questa tipologia di segmentazione segue una logica di scomposizione del prodotto fisico. Per il secondo livello è stata impiegata una logica differente: la logica funzionale, che ha reso disponibile per ogni componente le funzioni presenti al suo interno. Infine, sono state

individuare per ogni funzione le attività elementari necessarie, ricavando i work package del progetto di Chivasso.

Analizzando nel dettaglio la WBS realizzata, la componente hardware presenta otto macro aree funzionali, che permettono di includere le attività che spaziano dalla supervisione e coordinazione delle attività alla fase di installazione e programmazione dei componenti. Precisamente, nel *Management* sono state inserite tutte le attività che permettono la coordinazione e il monitoraggio delle attività durante la fase di esecuzione. Le azioni inerenti all'acquisizione dei dati preliminari della realizzazione del progetto sono inclusi nella macro attività della *Preliminary Analysis*. Negli *Agreements* sono inglobate, invece, tutti gli accordi da intraprendere con i fornitori e stakeholder esterni per l'acquisto e l'installazione del prodotto, mentre il *Procurements* racchiude tutte le attività di coordinamento e monitoraggio delle spedizioni dei singoli componenti. Fondamentale per il conseguimento degli obiettivi finali del progetto è la funzione di *Test*, in cui sono stati inseriti tutti i test effettuati sul prodotto, da quello di accettazione, per verificare l'adeguatezza della materia prima, al test di funzionamento sul primo punto luce. Per quanto invece riguarda le aree di *Assembly* e *Installation* al loro interno sono presenti rispettivamente le attività di montaggio dei componenti hardware e il loro collocamento nella struttura finale. Infine, tutte le azioni di programmazione pre e post installazione dei componenti dei controller e del gateway sono incluse nella funzione di *Configuration*.

Analogamente al componente hardware, anche quello server presenta nel secondo livello le funzioni di *Management* e di *Test*. La prima racchiude tutte le attività di monitoraggio e controllo dell'esecuzione delle attività inerenti al componente server, mentre nella seconda sono inclusi tutti i test di comunicazione tra il server ed i singoli controller. All'interno della funzione *Configuration*, sono presenti tutte le azioni di configurazione e di collegamento tra il server ed i componenti hardware principali: il gateway e i controller. Infine, l'*After Sales* raggruppa tutte le azioni rivolte alla creazione e alla personalizzazione della dashboard del cliente, permettendo a quest'ultimo una chiara visione delle informazioni presenti.

Dopo aver delineato in maniera chiara ed univoca tutte le attività necessarie, è stata realizzata un'analoga analisi per quanto riguarda le risorse impiegate nel progetto. Come affermato in precedenza, il Team ha deciso di non intraprendere azioni di aumento del personale, ma di occupare al meglio le risorse presenti, impiegando solamente un elettricista esterno nella fase di installazione del prodotto. Ciò è riassumibile nella

rappresentazione grafica del Resources Breakdown Structure, raffigurata in figura 24, in cui sono presenti anche le risorse materiali utilizzate nell'installazione in loco, come l'elevatore.

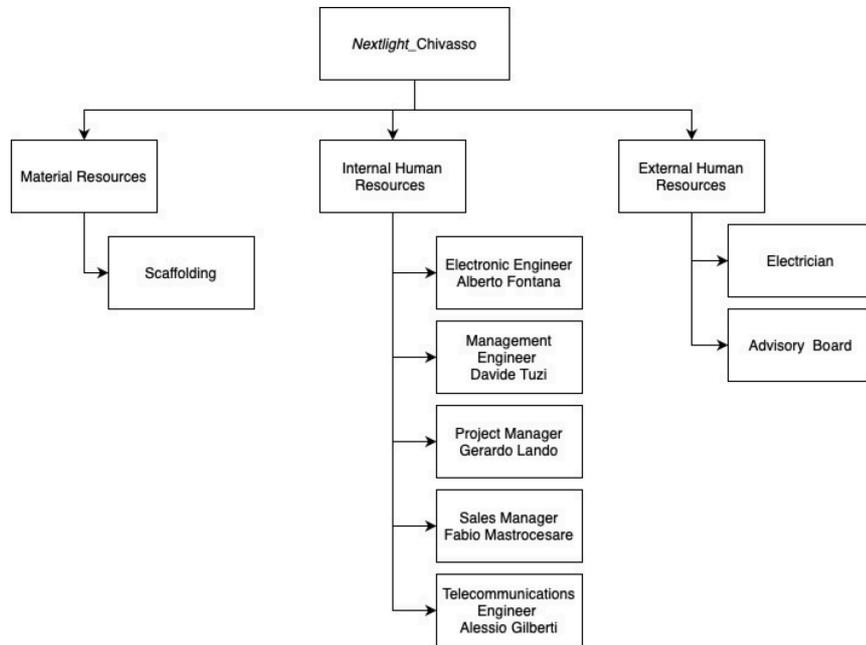


Figura 24-Resources Breakdown Structure del progetto di validazione del prodotto Nextlight

Infine, è stata realizzata anche la scomposizione dei costi del progetto inerente a Chivasso, mediante lo strumento della Cost Breakdown Structure, osservabile in figura 25.

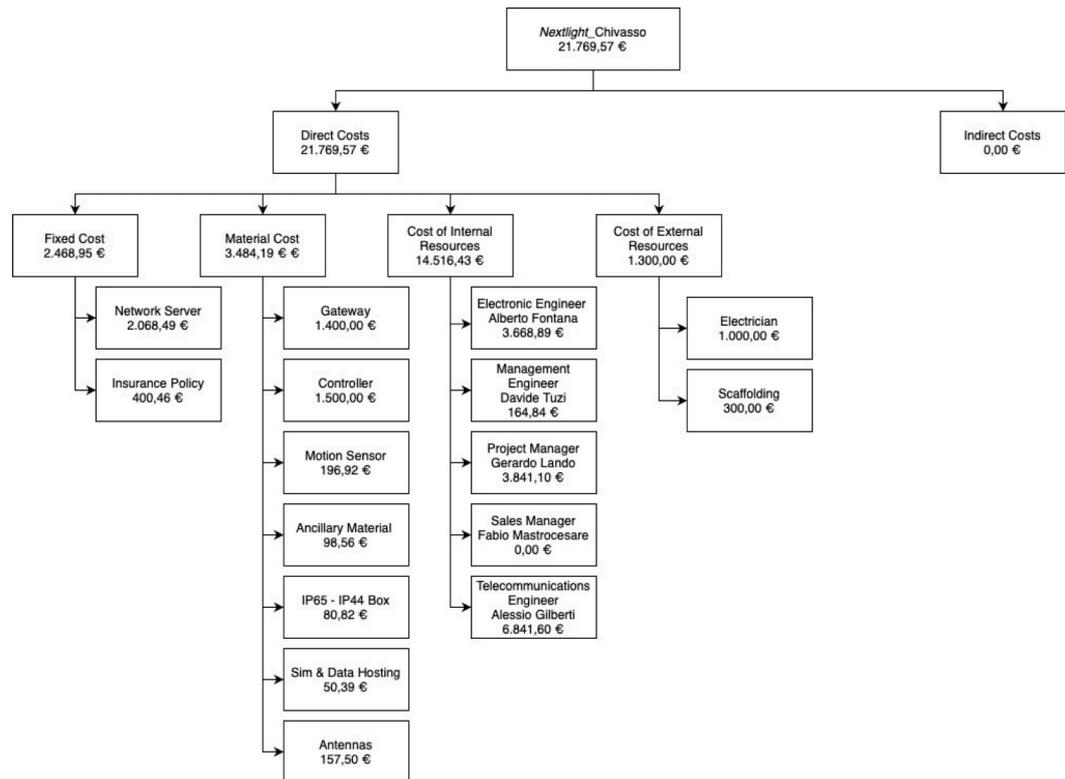


Figura 25-Cost Breakdown Structure del progetto di validazione del prodotto Nextlight

Come si osserva dalla CBS, una prima suddivisione dei costi è avvenuta per la tipologia di costo: costo diretto e indiretto. Nello specifico, i costi diretti si classificano a loro volta in costi fissi, costi materiali e costi delle risorse interne ed esterne.

Per ciò che concerne i costi fissi, essi riguardano principalmente i costi annuali di gestione del server e della polizza assicurativa legale e civile. A causa della loro durata annuale si è deciso di attuare una stima della quota di competenza in relazione alla durata del progetto. I costi del materiale includono i preventivi inerenti ai componenti necessari per lo sviluppo del prodotto *Nextlight*, come il gateway, i controller ed i sensori di movimento. Per quanto riguarda il costo delle risorse esterne, è presente la voce dell'elettricista esterno, il quale costo è stato presunto dall'esperienza delle risorse del Team. Infine, il costo delle risorse interne merita una particolare attenzione, in quanto la stima del valore monetario è stata inserita con la previsione del calcolo del lavoro effettivamente svolto da ciascuno, mediante l'ausilio del diagramma a barre di Gantt.

Inerente alla voce di costo indiretto occorre attuare un'importante precisazione. Infatti, a causa della situazione pandemica in atto, la startup ha deciso di non includere negli asset aziendali un ufficio in cui lavorare in presenza, preferendo una metodologia di lavoro in remoto. Per tale ragione tra i costi che Nexton affronta, quello indiretto non ha alcun peso, risultando nullo.

Per concludere questa prima fase di pianificazione del progetto di validazione del prodotto Nextlight è stato necessario realizzare la matrice di intersezione WBS-RBS. Attraverso questo strumento sono stati individuati i responsabili di ciascuna attività. La matrice di intersezione ‘attività-risorse’ del progetto di Chivasso è rappresentata in appendice A. Essa è caratterizzata da un segno di spunta qualora la risorsa debba svolgere la determinata attività. Un esempio di quanto detto è riportato in seguito, in cui viene analizzata l’analisi dell’attività del test sul primo palo del primo componente hardware. In questa particolare attività, come osservabile dalla tabella 2, le risorse interne impiegate sono Gerardo Lando, il Project Manager, e Alberto Fontana, l’ingegnere elettronico. Per quanto riguarda, invece, le risorse esterne sono presenti sia l’Advisory Board che l’elettricista.

| | MATERIAL RESOURCES | HUMAN INTERNAL RESOURCES | | | | | HUMAN EXTERNAL RESOURCES | |
|-----------------------------------------|--------------------|--------------------------|-------------|------------------|-----------------|--------------------|--------------------------|----------------|
| | Scaffolding | Gerardo Lando | Davide Tuzi | Alessio Gilberti | Alberto Fontana | Fabio Mastrocesare | Electrician | Advisory Board |
| 1st Controller Test in High Street Lamp | | ✓ | | | ✓ | | ✓ | ✓ |

Tabella 2-Particolare matrice WBS-RBS per il progetto di validazione del prodotto Nextlight

3.2.2.2 *Schedulazione*

Con la pianificazione si conclude la fase di analisi del processo per individuare gli attori e le attività principali. In seguito, è stata realizzata la calendarizzazione dei work package rispettando i vincoli tecnici e temporali di ciascuna azione.

La metodologia impiegata per la realizzazione del piano di lavoro del progetto è quello del diagramma a barre di Gantt, ed è stato adoperato come software di programmazione quello utilizzato dalla startup stessa: ‘GanttProject’

Addentrando sempre più nella fase di schedulazione, per il progetto di validazione di Chivasso è stato realizzato un piano di lavoro di previsione, presente in appendice B. All’avvio del processo di sviluppo, il 24/11/2020, sono realizzate tutte le attività di acquisizione di dati preliminari del parco di illuminazione, come i sopralluoghi e la raccolta di dati. A questo segue la definizione delle specifiche delle caratteristiche tecniche dei componenti che dovranno essere impiegati: il gateway, i controller ed i sensori di movimento. Dopo aver definito tutto ciò, si realizza un’analisi di fattibilità tecnica ed economica seguita dall’identificazione dei fornitori, valutandone il rapporto costo-qualità dei prodotti offerti. Dopo aver definito i singoli fornitori, le risorse impiegate, sono stati attuati tutti gli accordi necessari per l’acquisto delle materie prime,

che non appena giungono in sede sono soggette ad un controllo di accettazione. Tra i componenti necessari per lo sviluppo della soluzione, vi è anche il power meter, un misuratore di potenza che si installa nel parco di illuminazione per monitorare il consumo energetico prima e post installazione di Nextlight.

In parallelo all'acquisto dei componenti, vi è l'analisi preliminare del design del box, al cui interno saranno assemblati ed inseriti tutti i componenti che formano il prodotto Nextlight. Una volta che tutti i componenti hanno superato il test di accettazione, le attività da svolgere si diramano in due vie differenti. La parte più tecnica attua la configurazione e programmazione del server, del gateway e dei controller, mentre le altre risorse si impegnano nella realizzazione del primo box e della sua ottimizzazione. Una volta conclusa la programmazione del controller e la realizzazione del primo componente hardware, si passa al test più importante: l'End2End Test/Fake Load-Sensor & Network Server. Questa attività è un'unione di più test a banco sul componente hardware, in cui si osserva il funzionamento del box e dell'interazione dei componenti e del server. Avendo ottenuto esito positivo da tale test, si fissano gli accordi con gli elettricisti in loco per effettuare la prima installazione. A seguito del posizionamento del primo elemento sul punto luce, si attuano i test in loco di funzionamento e di controllo della soluzione, per individuare le possibili modifiche da attuare sul componente definitivo. Alla conclusione di tali test, il Team si prepara alla realizzazione dei restanti diciassette dispositivi fisici, attraverso l'acquisto dei singoli componenti non ancora presenti nell'asset aziendale. Una volta terminata l'assemblaggio dei componenti, si passa alla loro installazione e al loro test di avvio.

Infine, per rilasciare il prodotto all'ipotetico cliente, vengono eseguiti ulteriori test finali e viene realizzata e personalizzata l'infrastruttura server. Infatti, attraverso quest'ultima attività, il Team rende comprensibile all'utente finale i dati e le informazioni ottenute durante l'intero arco di vita della soluzione Nextlight.

Con la preliminare definizione e collocazione delle attività nell'orizzonte temporale, si può osservare come la durata totale prevista dell'intero progetto è di 151 giorni lavorati. Questo permette di far conoscere la data di conclusione prevista del progetto, ovvero il 22/06/2021.

3.2.2.3 Analisi dei Rischi

Come anticipato in precedenza, nella fase di pianificazione è stato anche inserita l'analisi dei rischi. Durante questa fase è stata attuata un'attenta valutazione degli eventi rischiosi che potrebbero insorgere durante l'esecuzione del piano di lavoro. Oltre a ciò, come definisce la norma di riferimento, sono state anche valutate le risposte al rischio ed il budget necessario per attuarle.

Per intraprendere una corretta analisi dei rischi, la prima attività svolta è stata l'identificazione dei rischi, attraverso un processo di brainstorming con i membri del Team. Durante i colloqui con le risorse è stata impiegata l'analisi causa-effetto per evidenziare le principali cause ed i relativi effetti generati. I risultati ottenuti da questi incontri sono stati riassunti graficamente nella Risk Breakdown Structure.

Come si evince dalla figura 26, sono stati suddivisi i rischi a secondo dell'origine di ciascuno. Infatti, una prima classificazione osservabile dalla RBS è quella tra rischi interni ed esterni. Inerente a quest'ultima, sono stati individuati differenti fattori di rischio come le condizioni sociali ed ambientali, economiche, politiche, e quelli derivanti da fornitori esterni e del mercato. Invece, per ciò che riguarda i rischi interni, sono state riconosciute come cause degli eventi rischiosi quelle dovute alle risorse impiegate, ai contratti con i fornitori, alla pianificazione e schedulazione delle attività. Oltre a questi si sono osservati i rischi nascenti da cause tecniche, dall'evoluzione e dalla gestione del progetto.

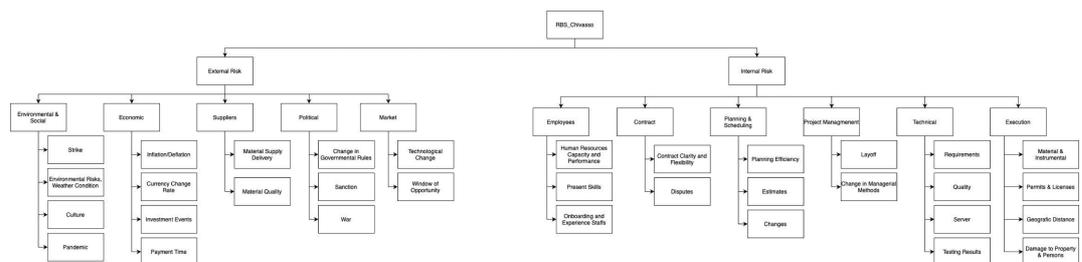


Figura 26-Risk Breakdown Structure

Dopo aver individuato i principali eventi rischiosi, è stato realizzato il Risk Report, un documento che permette di attuare uno storico aziendale di tutti i rischi individuati, non solo per il singolo progetto, come quello di Chivasso, ma per tutti i progetti sviluppati dalla startup. All'interno di questo documento è stata attuata anche la quantificazione dei rischi, utilizzando il metodo semi-qualitativo. La decisione di utilizzare questo approccio è dettata dall'assenza di un database storico relativo ai costi e dal livello di esperienza delle risorse.

Con la metodologia semi-qualitativa, come già affermato in precedenza, si sono quantificati i livelli di probabilità e di impatto inizialmente su una scala ordinale letterale (molto bassa, bassa, media, alta e molto alta), per poi tradurla in una scala ordinale numerica, secondo quanto è espresso nella tabella sottostante.

| SCALA ORDINALE LETTERALE-NUMERICA | | | | |
|-----------------------------------|-------|-------|------|------------|
| Molto Basso | Basso | Medio | Alto | Molto Alto |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Tabella 3-Scala ordinale letterale e numerica

Si è inoltre realizzata la matrice di intersezione impatto-probabilità, evidenziando il livello del singolo evento rischioso. Infatti, attraverso il prodotto del livello di probabilità e di impatto per ogni singolo rischio, essi sono stati suddivisi in quattro classi principali: minor, moderate, major e critical, come è possibile osservare dalla tabella 4.

| | | | | | | | |
|---------|---|---|----|----|----|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| IMPATTO | 5 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div>■ Minor</div> <div>■ Moderate</div> <div>■ Major</div> <div>■ Critical</div> </div> |
| | 4 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 | |
| | 3 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 | |
| | 2 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | |
| | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | PROBABILITÀ |

Tabella 4-Matrice impatto-probabilità

Da tale suddivisione, si osserva la tipologia di risposta strategica da applicare a ciascun evento rischioso. In particolare, è stata delineata un'ulteriore matrice che permette di individuare in maniera analitica quanto detto. Come è osservabile nella tabella 5, a secondo del livello di impatto e probabilità di ciascun evento rischioso sono presenti le quattro differenti risposte strategiche applicabili, la mitigazione, l'accettazione, il trasferimento e l'azione di evitare l'accadimento dell'evento rischioso.

| | | | | | | |
|---------|---|-------------|---|----------|---|---|
| IMPATTO | 5 | TRASFERIRE | | EVITARE | | |
| | 4 | | | | | |
| | 3 | ACCETTARE | | MITIGARE | | |
| | 2 | | | | | |
| | 1 | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | PROBABILITÀ | | | | |

Tabella 5-Matrice della risposta strategica al rischio

Nel caso specifico dei rischi individuati con il Team, è stata realizzata la matrice dell'impatto e delle probabilità, rappresentata nella tabella 6. Oltre alla loro classificazione in base al loro livello di impatto e probabilità, si può osservare anche la tipologia di risposta strategica per ognuno. Precisamente, dalla matrice impatto-probabilità si può riscontrare come i rischi dovuti al danneggiamento delle proprietà e/o delle persone è da trasferire a responsabili esterni come le assicurazioni, mentre sono da accettare quelli dovuti a scioperi del personale e alla qualità delle materie prime durante il controllo di accettazione. Tra i rischi da mitigare con azioni preventive, vi sono quelli che hanno origine dall'incompatibilità delle risorse e della ridotta comunicazione tra di esse. Per quanto riguarda gli eventi rischiosi da evitare completamente, tra questi sono stati collocati quelli inerenti al tempo di pagamento e alla liquidità monetaria per intraprendere il progetto.

| | | | | | | |
|---------|---|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---|
| IMPATTO | 5 | Damage to Property & Persons, Geographic Distance | Investment Events, Pandemic, Layoff | | Culture | |
| | 4 | Window of Opportunity | Requirements, Change in Managerial Methods, Onboarding and Experience Staff, Material & Instrumental | Change, Estimates, Planning Efficiency | Payment Time | |
| | 3 | Permits & Licenses, Technological Change, Environmental Risks, Weather Condition | Quality(*), Sanction | Contract Clarity and Flexibility, Testing Results, Human Resources Capacity and Performance, Change in Government Rules | Material Supply Delivery | |
| | 2 | Material Quality (CA) | Server, War, Present Skills | Disputes, Currency Change Rate, Inflation/Deflation | | |
| | 1 | | Strike | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | PROBABILITÀ | | | | |

Tabella 6-Matrice impatto-probabilità degli eventi rischiosi

Il Risk Report redatto insieme al Team, presenta non solo l'individuazione degli eventi rischiosi negativi, le minacce, ma anche quelli positivi, le opportunità. Inoltre, all'interno del Risk Report delle minacce sono state inserite anche le relative risposte al rischio, con il rispettivo costo. Il documento del Risk Report è riportato in appendice C.

Dopo aver svolto un'analisi dettagliata e generica sui rischi, il Team ha deciso di semplificarla per il progetto di Chivasso, destinando alla totalità dei possibili eventi rischiosi una percentuale pari al 10% del budget totale preventivato. Tale decisione è stata intrapresa in quanto il progetto portato avanti da Nexton non ha un cliente finale reale e dunque non vi è un vero e proprio profitto a conclusione del lavoro svolto.

Con l'analisi dei rischi del progetto di Chivasso si conclude la fase di pianificazione, da cui sono state ricavate delle informazioni fondamentali per la previsione dello sviluppo del progetto. I dati raccolti hanno permesso di comprendere la durata programmata ed i costi da sostenere nell'intero progetto. Come anticipato nella fase dello scheduling, il progetto di validazione del prodotto Nextlight presenta come data di avvio il 24/11/2020 ed una durata prevista di 151 giorni lavorativi, che permettono di concludere il processo di sviluppo ed installazione del prodotto il 22/06/2021. Un altro importante dato che è stato dedotto dalla pianificazione è quello relativo ai costi delle singole attività. Ciò si osserva nella WBS aggiornata con i relativi costi ricavati durante la fase di schedulazione, come è osservabile in figura 27.

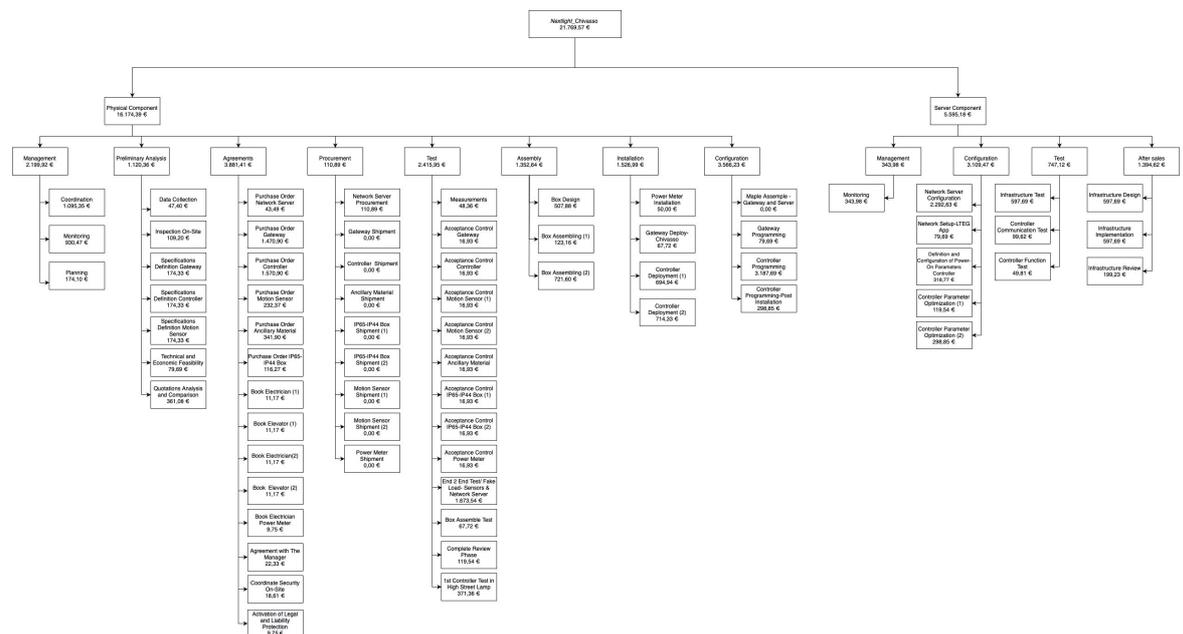


Figura 27-Work Breakdown Structure con relativi costi

Da una prima analisi del processo di sviluppo del prodotto Nextlight, l'attività più dispendiosa a livello monetario è quella della programmazione del controller. L'esborso elevato di tale attività è da attribuire principalmente all'impiego delle risorse per intraprendere tale azione, in quanto non vi è alcun costo materiale. Infatti, l'attività di

Controller Programming, così come si può osservare del diagramma a barre di Gantt, presenta una durata molto elevata, di circa 20 giorni. Ciò è giustificato in quanto tale azione è nuova per la startup e fondamentale per la riuscita finale del prodotto. A seguito di questa, l'attività con un impiego monetario cospicuo è quella del *End2End Test Fake Load-Sensor & Network Server*. La ragione del costo considerevole, anche in questo caso, è da attribuire al solo impiego delle risorse per un tempo ragionevolmente lungo, motivato dall'importanza dei test e delle analisi sul prodotto.

Oltre ai costi delle singole attività, sono state dedotte anche i costi della CBS, che sono riassunti nella tabella sottostante. Da questi dati è possibile osservare, oltre ai singoli valori monetari delle voci di costi, anche il relativo peso all'interno del progetto. Inerente a ciò, la voce che influenza maggiormente il budget complessivo di progetto è quella legato al costo delle risorse interne, con un peso del 66,68 %. In particolare, tale voce è maggiormente condizionata dall'impiego delle risorse del PM e dell'ingegnere delle telecomunicazioni, due risorse fondamentali per lo sviluppo del prodotto e dell'intero progetto.

Un'altra voce con un peso considerevole all'interno della programmazione di previsione è quello relativo ai costi del materiale, con un peso di 16 %. Anche dalla CBS è possibile osservare come i costi indiretti sono nulli, dovuti principalmente alle assunzioni attuate ad inizio progetto.

| METODO WATERFALL | COSTO | PESO |
|----------------------------------------------|--------------------|----------------|
| Nextlight_Chivasso | 21.769,57 € | 100,00% |
| Direct Cost | 21.769,57 € | 100,00% |
| Fixed Cost | 2.468,95 € | 11,34% |
| Network Server | 2.068,49 € | 83,78% |
| Insurance Policy | 400,46 € | 16,22% |
| Material Cost | 3.484,19 € | 16,00% |
| Gateway | 1.400,00 € | 40,18% |
| Controller | 1.500,00 € | 43,05% |
| Motion Sensor | 196,92 € | 5,65% |
| Ancillary Material | 98,56 € | 2,83% |
| IP65-IP44 Box | 80,82 € | 2,32% |
| Sim & Data Hosting | 50,39 € | 1,45% |
| Antennas | 157,50 € | 4,52% |
| Cost of Internal Resources | 14.516,43 € | 66,68% |
| Electronic Engineer-Alberto Fontana | 3.668,89 € | 25,27% |
| Managment Engineer-Davide Tuzi | 164,84 € | 1,14% |
| Project Manager-Gerardo Lando | 3.841,10 € | 26,46% |
| Sales Manager-Fabio Mastrocesare | 0,00 € | 0,00% |
| Telecommunications Engineer-Alessio Gilberti | 6.841,60 € | 47,13% |
| Cost of External Resources | 1.300,00 € | 5,97% |
| Electrician | 1.000,00 € | 76,92% |
| Scaffolding | 300,00 € | 23,08% |
| Indirect Cost | 0,00 € | 0,00% |

Tabella 7- Cost Breakdown Structure con i costi del progetto di validazione del prodotto Nextlight

3.2.3 Monitoraggio e controllo

A seguire della fase di pianificazione, come la stessa norma ISO 21500 definisce, segue la fase di esecuzione. Durante tale fase è stata svolta in parallelo anche le azioni di monitoraggio e controllo dell'esecuzione del progetto.

Come è stato anticipato in precedenza, per il progetto di validazione del prodotto *Nextlight* presso Chivasso sono state realizzate due azioni di monitoraggio e controllo. La prima è avvenuta con la presa in esame del caso studio, dunque il 29/01/2021. Mentre la seconda in concomitanza con l'installazione del primo componente hardware, il 22/04/2021. Riferita a quest'ultima attività di controllo e monitoraggio, è stata realizzata anche un'analisi con la metodologia dell'Earned Value, per permettere di conoscere la situazione e l'evoluzione del progetto, attraverso degli indici di monitoraggio.

3.2.3.1 *Prima azione di monitoraggio e controllo del 29/01/2021*

Come affermato in precedenza, la prima azione di monitoraggio e controllo è avvenuta il 29/01/2021, quando il progetto di validazione seguito da Nexton è stato esaminato come caso studio.

Durante l'analisi del processo produttivo, si è osservato come l'attività inerente alla spedizione del gateway impiegasse più tempo del previsto. Ragione per la quale, il Team ha contattato il fornitore principale richiedendo l'invio rapido di un gateway con prestazioni anche inferiori sul quale poter fare le prime analisi necessarie. Ciò ha comportato a livello tecnico l'introduzione di attività correlate a tale acquisto, come le azioni di *New Gateway Shipmnet* e *Acceptance Control New Gateway*, rispettivamente il monitoraggio della spedizione del nuovo componente e il controllo d'accettazione da parte della startup. Oltre a quanto affermato, è stata inserita una preventiva programmazione del gateway, *Gateway Pre-Programming*. Questa attività ha permesso al Team di conoscere il comportamento del componente e di come esso comunicasse con gli altri elementi del prodotto *Nextlight*, riducendo notevolmente i tempi di programmazione finale.

È stato riscontrato, inoltre, un'ulteriore differenza rispetto al piano di lavoro preventivo dovuto alla non-conformità dei controller inviati dall'azienda fornitrice. Infatti, si è verificato, durante la fase di controllo di accettazione, una non adeguatezza dei singoli componenti. Dopo la segnalazione del Team al fornitore, questo si è impegnato a cambiare i controller con quelli aventi le caratteristiche tecniche richieste. Tale

problematica ha creato a livello tecnico l'introduzione di ulteriori attività di lavoro come: *New Controller Shipment e Acceptance Control New Controller*.

L'inserimento di queste attività all'interno del progetto ha portato un ritardo significativo dello stesso, dedotto nella fase successiva di controllo con l'aggiornamento dei documenti principali di pianificazione. In particolare, sono stati modificati adeguatamente sia la WBS e la CBS, che il diagramma a barre di Gantt. Attraverso la Work Breakdown Structure, raffigurata nella figura 28, è possibile conoscere i relativi costi ed i loro aumenti con le modifiche effettuate. Infatti, da come si può evincere dalla medesima figura, non sono stati introdotti solamente i costi delle nuove attività, ma hanno subito una variazione significativa anche quelle che hanno durata pari all'intero progetto, come le attività di monitoraggio condotte dal Project Manager del progetto.

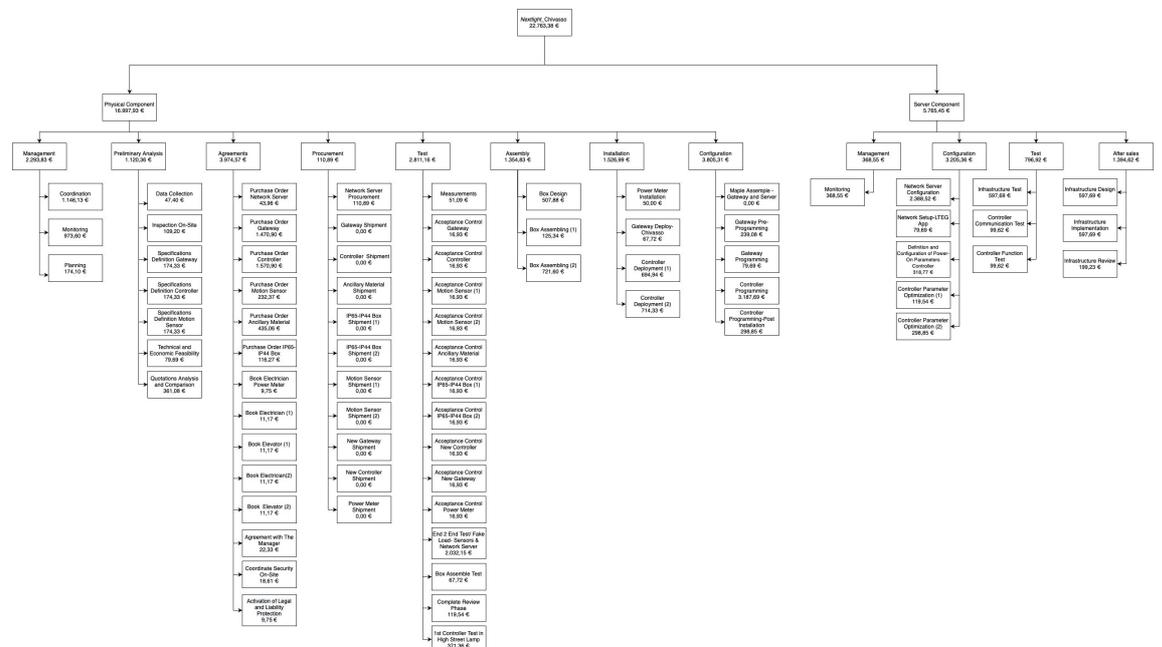


Figura 28-Work Breakdown Structure con relativi costi aggiornata alla data del 29/01/2021

Le modifiche apportate nel Gantt, presente in appendice D, permettono di osservare chiaramente una dilatazione complessiva del piano di lavoro. Per l'appunto è stata previsto un ritardo di circa sette giorni lavorativi, prevenendo così la conclusione del progetto in data 01/07/2021. Come anticipato dalla WBS, si è osservato anche un incremento del budget complessivo del progetto di circa 1.000 €, giustificato dall'impiego delle risorse nelle nuove attività e dall'introduzione di ulteriore materiale necessario per lo sviluppo del prodotto. Gli output ottenuti da questa prima fase di monitoraggio e controllo a livello monetario sono riassunti nella tabella sottostante. Da un confronto con

la tabella 7 si osserva come il costo delle risorse umane interne presenta un peso ancora elevato, 67,22 % rispetto al budget complessivo. Anche le restanti voci di costo subiscono un lieve incremento monetario, dovuto principalmente dall'ampliamento complessivo della durata del progetto e l'impiego maggiore delle risorse.

| METODO WATERFALL | COSTO | PESO |
|----------------------------------------------|--------------------|----------------|
| Nextlight_Chivasso | 22.763,38 € | 100,00% |
| Direct Cost | 22.763,38 € | 100,00% |
| Fixed Cost | 2.583,41 € | 11,35% |
| Network Server | 2.164,38 € | 83,78% |
| Insurance Policy | 419,02 € | 16,22% |
| Material Cost | 3.577,35 € | 15,72% |
| Gateway | 1.400,00 € | 39,14% |
| Controller | 1.500,00 € | 41,93% |
| Motion Sensor | 196,92 € | 5,50% |
| Ancillary Material | 191,72 € | 5,36% |
| IP65-IP44 Box | 80,82 € | 2,26% |
| Sim & Data Hosting | 50,39 € | 1,41% |
| Antennas | 157,50 € | 4,40% |
| Cost of Internal Resources | 15.302,62 € | 67,22% |
| Electronic Engineer-Alberto Fontana | 3.871,47 € | 25,30% |
| Managment Engineer-Davide Tuzi | 164,84 € | 1,08% |
| Project Manager-Gerardo Lando | 3.963,88 € | 25,90% |
| Sales Manager-Fabio Mastrocesare | 0,00 € | 0,00% |
| Telecommunications Engineer-Alessio Gilberti | 7.302,44 € | 47,72% |
| Cost of External Resources | 1.300,00 € | 5,71% |
| Electrician | 1.000,00 € | 76,92% |
| Scaffolding | 300,00 € | 23,08% |
| Indirect Cost | 0,00 € | 0,00% |

Tabella 8-Cost Breakdown Structure con i costi del progetto di validazione del prodotto Nextlight aggiornata al 29/01/2021

3.2.3.2 Seconda azione di monitoraggio e controllo del 22/04/2021

L'ultima azione di monitoraggio e controllo, come già anticipato in precedenza, è avvenuta a ridosso dell'installazione del primo componente hardware, il 22/04/2021.

Durante la fase di impianto del primo componente Nextlight, si è riscontrato all'interno del punto luce la presenza di un driver che non permetteva di variare la tensione in uscita, non consentendo così l'attuazione del dimming necessario per il funzionamento della soluzione *Nextlight*. Per ovviare al problema, il Team ha deciso di introdurre un ulteriore driver capace di far variare la tensione di alimentazione del LED come conseguenza dei comandi inviati del controller.

Inoltre, durante questa fase di monitoraggio, è stato analizzato nuovamente l'intero processo di sviluppo per cercare di ottimizzare quanto più possibile i tempi di esecuzione. Da questa analisi aggiuntiva si è evidenziato come l'assemblaggio dei singoli componenti richiedesse molto tempo a causa delle saldature meticolose da attuare. Per risolvere tale

ritardo, si è deciso di adoperare per la realizzazione del circuito interno i PCB (Printed Circuit Board). Con l'introduzione di questo nuovo elemento si è ridotto notevolmente il tempo di assemblaggio dei singoli componenti hardware, permettendo al Team di impiegare solo venti minuti di lavoro per dispositivo, piuttosto che tre ore.

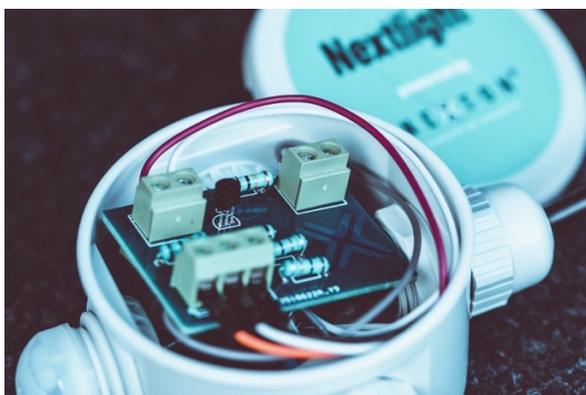


Figura 29-Soluzione Nextlight con l'impiego del PCB

L'introduzione del componente del PCB all'interno del sistema del prodotto *Nextlight* ha permesso di ottimizzare gli spazi. Infatti, nell'analisi della disposizione degli elementi della soluzione, si è pensato di inserire all'interno del vano lampada gli elementi del controller e del driver. Questi, a loro volta, sono collegati all'IP44, che contiene non solo il sensore di movimento ma anche il PCB e i relativi sistemi di collegamento elettrici. La nuova configurazione della soluzione *Nextlight* ha permesso di ridurre gli ingombri e di minimizzare dell'impatto estetico del prodotto installato, e a livello economico di ridurre il costo delle materie prime, eliminando l'acquisizione delle IP65.



Figura 30-Installazione del componente Nextlight sul punto luce con la nuova configurazione

A termine della fase di monitoraggio, in maniera analoga alla precedente azione di controllo, è stato svolto l'aggiornamento dei documenti con le nuove attività introdotte. Nel caso specifico sono state incluse nuove attività di approvvigionamento del driver e del PCB come il *Purchase Order*, lo *Shipment* e l'*Acceptance Control*, modificando ancora una volta i documenti principali del progetto. Attraverso la WBS (figura 31) e la CBS (tabella 9) aggiornate è possibile osservare l'incremento dei costi e del budget finale del progetto.

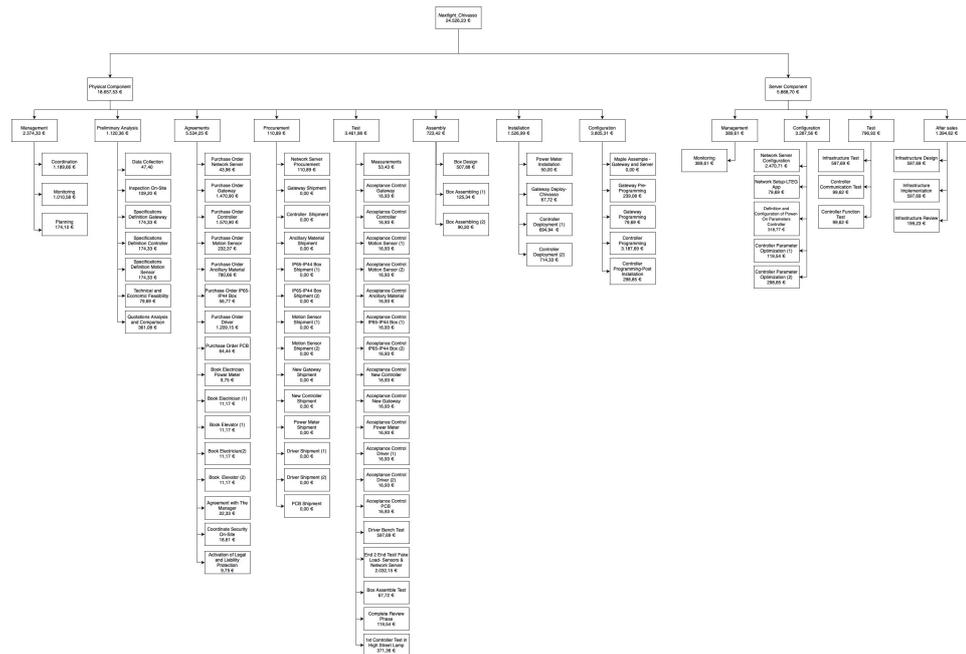


Figura 31-Work Breakdown Structure con relativi costi aggiornata alla data del 22/04/2021

| METODO WATERFALL | COSTO | PESO |
|----------------------------------------------|--------------------|----------------|
| Nextlight_Chivasso | 24.526,23 € | 100,00% |
| Direct Cost | 24.526,23 € | 100,00% |
| Fixed Cost | 2.681,51 € | 10,93% |
| Network Server | 2.246,58 € | 83,78% |
| Insurance Policy | 434,94 € | 16,22% |
| Material Cost | 5.073,23 € | 20,68% |
| Gateway | 1.400,00 € | 27,60% |
| Controller | 1.500,00 € | 29,57% |
| Motion Sensor | 196,92 € | 3,88% |
| Ancillary Material | 537,32 € | 10,59% |
| IP65-IP44 Box | 21,32 € | 0,42% |
| Sim & Data Hosting | 50,39 € | 0,99% |
| Antennas | 157,50 € | 3,10% |
| Driver | 1.187,88 € | 23,41% |
| PCB | 21,90 € | 0,43% |
| Cost of Internal Resources | 15.471,49 € | 63,08% |
| Electronic Engineer-Alberto Fontana | 3.797,55 € | 24,55% |
| Managment Engineer-Davide Tuzi | 164,84 € | 1,07% |
| Project Manager-Gerardo Lando | 3.717,48 € | 24,03% |
| Sales Manager-Fabio Mastrocesare | 0,00 € | 0,00% |
| Telecommunications Engineer-Alessio Gilberti | 7.791,63 € | 50,36% |
| Cost of External Resources | 1.300,00 € | 5,30% |
| Electrician | 1.000,00 € | 76,92% |
| Scaffolding | 300,00 € | 23,08% |
| Indirect Cost | 0,00 € | 0,00% |

Tabella 9-Cost Breakdown Structure con i costi del progetto di validazione del prodotto Nextlight aggiornata al 22/04/2021

Attuando una comparazione tra i costi aggiornati e quelli riferiti alla scorsa azione di monitoraggio, si riscontra come, pur restando la voce con peso maggiore, il costo delle risorse interne subisce una diminuzione. Di contro, i costi del materiale presenta un incremento non solo monetario, ma anche di impatto all'interno del progetto, passando da un peso del 15,72% a 20,68% rispetto al budget complessivo della programmazione. Infatti, il progetto pur subendo un ritardo totale di circa sette giorni lavorativi, concludendosi il 09/07/2021, non presenta uno scostamento rilevante inerente al costo dell'impiego delle risorse umane. Ciò è principalmente giustificato dall'azione di ottimizzazione attuata dalla startup mediante l'utilizzo dei PCB.

Anche il piano di lavoro ha subito un aggiornamento durante questa fase, come è osservabile in appendice E. Attraverso l'analisi del Gantt è possibile comprendere la collocazione temporale delle nuove attività. Per quanto riguarda l'acquisto del PCB avviene in prossimità della realizzazione dei restanti diciassette dispositivi. Mentre per il driver è stata adottata la medesima logica di approvvigionamento impiegata per i sensori di movimento, ovvero sono stati preventivati due round di acquisizione differenti a ridosso delle due corrispondenti azioni di assemblaggio.

3.2.3.3 Metodo di monitoraggio dell'Earned Value nel 22/04/2021

Per concludere la fase di monitoraggio è stata realizzata l'analisi attraverso l'Earned Value per l'ultima azione di controllo. Come è stato ampiamente descritto nel primo capitolo, l'approccio utilizzato permette di confrontare in maniera analitica l'evoluzione del progetto sia in ambito di tempo che di costo, attraverso il calcolo degli indici principali di performance: lo scheduled variance (SV), lo scheduled index (SI), il cost variance (CV) ed il cost index (CI).

Entrando nel vivo dell'analisi dell'Earned Value per il progetto di validazione del prodotto *Nextlight*, essa è stata realizzata sia secondo il modello analitico, in cui si evince l'evoluzione delle singole attività, sia secondo quello sintetico, in cui si osserva l'andamento di sviluppo complessivo del progetto. Per entrambe le analisi si è deciso di confrontare l'attuale piano di lavoro con quella della precedente azione di monitoraggio, avvenuta per la precisione il 29/01/2021. Per risolvere il problema della presenza delle nuove azioni nel piano attuale, si è pensato di inserirle all'interno del piano preventivo, senza però considerare la loro durata ed il loro costo. La ragione di ciò deriva dal fatto che le nuove azioni introdotte non sono ancora state svolte, e dunque nel calcolo del Actual Value, Budget Value ed Earned Value esse risultano comunque nulle.

Un primo studio attuato riguarda l'analisi dell'Earned Value secondo il modello analitico, presente in appendice F. Da questo, si osserva come l'azione di installazione del primo componente hardware presenta un valore di SV negativo, a causa dell'attuale ritardo rispetto al piano di previsione. Ciò è confermato anche dal valore dell'indice SI, che non solo risulta inferiore all'unità, ma è anche nullo. Effettivamente l'attività di *Controller Deployment (1)* che nel piano di previsione risulta ampiamente conclusa, in quello attuale essa non è stata ancora processata.

Per quanto riguarda invece il piano dei costi, l'attività che presenta un esborso attuale elevato rispetto a quello preventivato è quella inerente all'acquisizione del materiale ausiliario. Infatti, a seguito della seconda azione di monitoraggio e controllo, la startup ha dovuto acquistare ulteriore materiale di supporto per la realizzazione della soluzione *Nextlight*. In particolare, si riscontra ancora, come la singola voce influisca in maniera considerevole nell'incremento del budget totale di progetto.

Per semplificare l'analisi, è stato sviluppato l'approccio dell'Earned Value con il modello sintetico, osservabile in tabella 10.

| ATTIVITÀ | DURATA TOTALE ATTIVITÀ | BUDGET COST | WORK SCHEDULE | WORK SCHEDULE (%) | DURATA TOTALE ATTIVITÀ | ACTUAL COST | WORK PERFORMED | WORK PERFORMED (%) | BUDGET VALUE (BV o BWCs) | ACTUAL VALUE (AV o AWCP) | EARNED VALUE (EV o BCWP) | INDICI TEMPORALI | | INDICI DI COSTO | | |
|--------------------|------------------------|-------------|---------------|-------------------|------------------------|-------------|----------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|---------------------|--------------------|-----------------|--|
| | | | | | | | | | | | | SCHEDULE VARIANCE (SV) | SCHEDULE INDEX (SI) | COST VARIANCE (CV) | COST INDEX (CI) | |
| COMMESSA DI | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CHIVASSO | 158 | 22.763,38 € | 108 | 68% | 144 | 24.526,23 € | 108 | 64% | 15.559,78 € | 16.151,42 € | 14.990,52 € | -549,26 € | 0,963 | -1.160,90 € | 0,928 | |
| PHYSICAL COMPONENT | 158 | 16.967,93 € | 108 | 68% | 144 | 18.457,53 € | 108 | 64% | 11.619,84 € | 12.286,67 € | 11.193,76 € | -425,08 € | 0,963 | -1.092,91 € | 0,911 | |
| MANAGEMENT | 158 | 2.293,83 € | 108 | 68% | 144 | 2.374,33 € | 108 | 64% | 1.567,94 € | 1.563,58 € | 1.510,57 € | -57,28 € | 0,963 | -53,01 € | 0,968 | |
| PRIMARY ANALYSIS | 23 | 1.120,36 € | 23 | 100% | 23 | 1.120,36 € | 23 | 100% | 1.120,36 € | 1.120,36 € | 1.120,36 € | 0,00 € | 1 | 0,00 € | 1 | |
| AGREEMENTS | 95 | 3.974,57 € | 85 | 89% | 108 | 5.534,25 € | 85 | 79% | 3.556,19 € | 4.355,66 € | 3.128,13 € | -428,06 € | 0,880 | -1.227,53 € | 0,718 | |
| PROCUREMENT | 95 | 110,89 € | 85 | 89% | 108 | 110,89 € | 85 | 79% | 99,22 € | 87,28 € | 87,28 € | -11,94 € | 0,880 | 0,00 € | 1,005 | |
| TEST | 134 | 2.811,16 € | 84 | 63% | 140 | 3.461,98 € | 84 | 60% | 1.762,22 € | 2.077,19 € | 1.686,69 € | -75,52 € | 0,957 | -390,49 € | 0,812 | |
| ASSEMBLY | 104 | 1.354,83 € | 85 | 82% | 110 | 723,42 € | 85 | 77% | 1.107,31 € | 559,01 € | 1.046,91 € | -60,40 € | 0,945 | 487,90 € | 1,873 | |
| INSTALLATION | 102 | 1.526,99 € | 82 | 80% | 108 | 1.227,99 € | 82 | 76% | 1.227,38 € | 1.159,38 € | 1.159,38 € | -68,20 € | 0,944 | 0,00 € | 1 | |
| CONFIGURATION | 79 | 3.805,31 € | 54 | 68% | 85 | 3.805,31 € | 54 | 64% | 2.601,10 € | 2.417,49 € | 2.417,49 € | -183,61 € | 0,929 | 0,00 € | 1 | |
| SERVER COMPONENT | 105 | 5.755,45 € | 55 | 52% | 111 | 5.848,70 € | 55 | 50% | 3.020,00 € | 2.907,92 € | 2.856,76 € | -143,24 € | 0,946 | -51,16 € | 0,982 | |
| MANAGEMENT | 105 | 368,55 € | 55 | 52% | 111 | 389,61 € | 55 | 50% | 193,05 € | 193,05 € | 182,61 € | -10,44 € | 0,946 | -10,44 € | 0,946 | |
| CONFIGURATION | 83 | 3.205,36 € | 55 | 66% | 89 | 3.287,56 € | 55 | 62% | 2.124,04 € | 2.031,64 € | 1.980,84 € | -145,19 € | 0,933 | -50,79 € | 0,975 | |
| TEST | 91 | 796,92 € | 46 | 51% | 97 | 796,92 € | 46 | 47% | 402,84 € | 377,92 € | 377,92 € | -24,92 € | 0,938 | 0,00 € | 1 | |
| AFTER SALES | 20 | 1.394,62 € | 0 | 0% | 20 | 1.394,62 € | 0 | 0% | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | - | 0,00 € | - | |

Tabella 10-Earned Value metodo sintetico

Dall'analisi complessiva del progetto attraverso le sue macro attività, si osserva che quanto detto in precedenza con l'analisi analitica è confermato. Infatti, la macro voce degli *Agreements* risulta essere non solo in perdita economica, ma anche in ritardo. Ciò si osserva dai valori dello scheduled index pari a 0,88 e quello del cost index pari ad 0,718. La ragione di ciò, come è possibile aspettarsi, è dovuta principalmente alle azioni di acquisto di componenti aggiuntivi per la realizzazione del prodotto *Nextlight*. Inoltre, si evidenzia come la variazione della durata e del costo hanno una conseguenza diretta sull'intero progetto. Infatti, dall'analisi complessiva della programmazione si evince come il medesimo progetto risulti in ritardo ed in perdita economica, ciò spiegato dai valori negativi dello scheduled variance e cost variance. Tuttavia, ponendo l'attenzione sugli indici SI e CI, si rileva come questi risultano inferiori all'unità, ma non si discostano

significativamente da questa. Per tale ragione, si può concludere l'analisi sull'avanzamento del progetto di validazione del prodotto *Nextlight* affermando come la programmazione risulti in ritardo ed in perdita economica, ma non significativamente rilevante. Quanto affermato, si poteva prevedere dal confronto dei piani di lavoro. Infatti, attuando un loro paragone si osserva come il budget finale preventivato ha subito un incremento dell'8% rispetto a quello precedente, mentre la dilatazione temporale non è maggiore di sette giorni lavorativi.

Con la valutazione finanziaria del progetto di validazione del prodotto *Nextlight* si conclude la programmazione con il metodo tradizionale, in quanto non sono state riscontrate ulteriori anomalie permettendo di concludere lo sviluppo del progetto come programmato. Per ciò che riguarda la fase di conclusione del progetto, non essendoci un cliente finale, Nexton ha internalizzato i risultati ottenuti attraverso dei documenti interni non formali, in cui sono stati inseriti tutti gli accorgimenti e le criticità che si sono riscontrati. Tale documento è fondamentale per le successive future commesse, in quanto permette al Team di gestire in maniera efficiente la futura richiesta di un cliente privato. Inoltre, gli output ottenuti dal progetto di validazione sono necessari per ottenere uno studio futuro sugli investimenti necessari per rendere il prodotto *Nextlight* scalabile.

4 Metodo alternativo per il progetto di validazione di Chivasso

Un'alternativa alla programmazione Waterfall è quella della metodologia snella Agile, che permette di gestire progetti in cui i deliverables finali non sono noti sin dall'avvio del progetto. Ciò ha spinto la creazione di una pianificazione alternativa al progetto di validazione del prodotto *Nextlight* applicando l'approccio Agile dello Scrum. Inoltre, dopo aver analizzato l'intero processo di sviluppo del prodotto, si è riscontrato come l'attività inerente all'assemblaggio e l'installazione dei restanti diciassette componenti hardware presentasse le caratteristiche adeguate a impiegare un'ulteriore metodologia, ovvero quella della Line of Balance. Da quanto detto, è possibile affermare che il metodo alternativo adeguato alla programmazione del progetto di validazione del prodotto *Nextlight*, portato avanti dalla startup Nexton, è una metodologia ibrida tra quella Agile, attraverso l'impiego dello Scrum, e quella tradizionale con la Line of Balance. In particolare, è stato suddiviso il progetto in quattro macro fasi, come è osservabile in figura 32, in cui per ciascuna fase è stata delineata la metodologia adeguata di programmazione. Di fatti, le fasi che sono state ricavate si suddividono nell'analisi preliminare delle specifiche dei componenti, l'assemblaggio e installazione del primo componente hardware, l'assemblaggio e l'installazione dei restanti diciassette componenti hardware ed infine la personalizzazione della dashboard del cliente. Per le prime due e l'ultima fase è stato impiegato il metodo Scrum con i relativi Sprint, mentre per la terza fase è stato usato all'interno dello Sprint di sviluppo la metodologia tradizionale del LOB.



Figura 32-Riepilogo della metodologia impiegata per la programmazione alternativa del progetto di validazione del prodotto *Nextlight*

4.1 Team di lavoro e cambiamenti dei ruoli

Prima di sviluppare la programmazione alternativa con il metodo ibrido pensato per il progetto di validazione del prodotto, è necessario attuare un'attenta analisi in merito alle nuove mansioni del Team di progetto. Infatti, come è stato ampiamente discusso nel

primo capitolo, una delle caratteristiche principali del metodo Scrum è il gruppo di progetto e le nuove figure, quali lo Scrum Master e il Product Owner.

Come è stato affermato nel terzo capitolo, la startup Nexton ha deciso di attuare il progetto di validazione senza incrementare il personale interno, e per tale ragione il Team di sviluppo del prodotto è composto dai cinque membri presenti attualmente all'interno della startup. Dopo aver analizzato le mansioni che attualmente svolgono i singoli componenti del Team, si è pensato di attribuire a Gerardo Lando, l'attuale Project Manager, il ruolo dello Scrum Master (SM). Infatti, in letteratura lo Scrum Master è il leader del progetto che ha il compito di coordinare il Team di sviluppo e guidare i Daily Stand-up Meeting. Per ciò che riguarda invece la figura del Product Owner, il ruolo potrebbe essere affidato al CEO della startup Davide Tuzi. Nel caso specifico del progetto di validazione presso Chivasso, pur non essendo presente il cliente finale, partecipano indirettamente gli stakeholder, come i futuri investitori e clienti, ed il comune di Chivasso. La figura di Davide Tuzi come Product Owner è appropriata in quanto permette di avere una chiara panoramica del business aziendale individuando gli obiettivi fondamentali per la riuscita dello sviluppo prodotto. Per quanto riguarda invece il team di lavoro, al suo interno sono presenti gli altri componenti del Team, Alberto Fontana, Alessio Gilberti e Fabio Mastrocesare, che presentano background diversi apportando ampie conoscenze all'interno del Team di sviluppo della soluzione *Nextlight*.

4.2 Programmazione alternativa mediante il metodo ibrido Agile-Line of Balance per il progetto di Chivasso

Per sviluppare la programmazione con il metodo alternativo, il primo importante passo è quello di delineare il Product Block, ovvero l'identificazione degli obiettivi che devono essere eseguiti e svolti all'interno degli Sprint per riuscire a conseguire il prodotto finale.

Il Product Block, in letteratura, è creato dal Product Owner con gli stakeholders e il cliente finale. Ma nel caso di Chivasso, tale classificazione degli obiettivi di progetto è stata realizzata attraverso un meeting interno, in cui il Product Owner ha analizzato le richieste degli stakeholder e le caratteristiche necessarie affinché il prodotto fosse consono alle richieste del mercato.

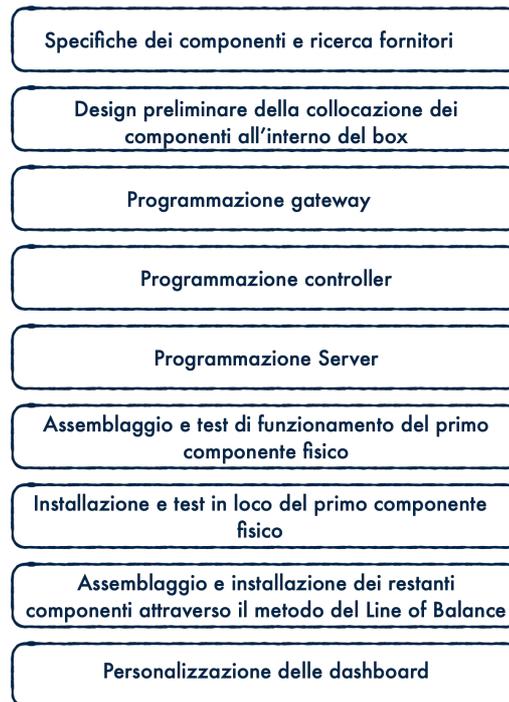


Figura 33-Product Block per il progetto di validazione del prodotto *Nextlight* a Chivasso

Come è osservabile in figura 33, all'interno del Product Block per il progetto di validazione del prodotto *Nextlight* sono stati individuati e classificati gli obiettivi principali per il conseguimento del prodotto finale. Precisamente, i primi obiettivi da svolgere sono la ricerca delle specifiche di ciascun componente e la relativa ricerca dei fornitori. Parallelamente a ciò, deve essere sviluppata un'analisi preliminare della composizione del componente hardware del prodotto *Nextlight*, mediante la quale è possibile avere una visione chiara delle dimensioni e della collocazione dei singoli elementi costituenti. Dopo tale fase preparatoria per lo sviluppo della soluzione, occorre realizzare i primi test di funzionamento dei prodotti acquistati e la programmazione e la configurazione dei principali elementi che compongono il prodotto, come i controllers, il gateway e il network server.

L'obiettivo successivo identificato è la realizzazione del primo componente hardware con i relativi test di comunicazione. In seguito, vi è la fase di installazione del prodotto con i test di verifica del funzionamento.

Dopo aver avuto modo di osservare i risultati sull'andamento ed efficacia del prodotto, si realizzano e si installano i restanti diciassette componenti hardware attraverso il metodo di programmazione e sviluppo del Line of Balance. Infine, vi è la realizzazione della dashboard personalizzata da presentare al cliente finale, così da permettere a

quest'ultimo di avere una chiara visione sugli indici e sui dati acquisiti dal parco di illuminazione.

4.2.1 Programmazione previsionale del progetto di validazione del prodotto *Nextlight*

La fase successiva sancisce in maniera definitiva l'avvio del progetto, attraverso il primo incontro ufficiale tra il Product Owner, lo Scrum Master ed il Team di lavoro, ovvero il kick-off meeting. Durante questo incontro sono presentati al Team la totalità degli obiettivi e la loro classificazione, e viene effettuata la delineazione e programmazione dei singoli Sprint con le relative durate.

4.2.1.1 *Sprint 1: Definizione delle specifiche dei componenti e dei fornitori*

Il primo Sprint da sviluppare ha come obiettivo finale l'acquisto dei componenti principali del prodotto *Nextlight*. Per riuscire a conseguire tale risultato nel tempo stimato delle due settimane, il Team di lavoro e lo Scrum Master devono attuare delle analisi relative al parco di illuminazione, come una raccolta dati ed un sopralluogo. Oltre a ciò, è necessario che venga effettuata un'indagine preliminare della configurazione del componente hardware, che permette al Team di individuare le dimensioni e le caratteristiche di ciascun elemento per realizzare un'ottimizzazione degli spazi.

Dopo aver effettuato tali studi, il Team ha deciso di attuare una configurazione specifica del prodotto, in cui tutti gli elementi costituenti per il singolo punto luce sono inseriti all'interno di una scatola IP65, posta alla sommità del lampione. Per ciò che riguarda, invece, il sensore di movimento, esso è stato pensato per essere inserito in un IP44, collocata nell'armatura del punto luce.

Un ulteriore obiettivo raggiunto è stato quello inerente all'individuazione dei fornitori dei singoli elementi elettronici. Infatti, il Team ha deciso di scegliere i negozi locali come principali aziende in cui acquistare, con lo scopo di minimizzare i tempi di attesa del prodotto. Per ciò che riguarda invece, gli elementi principali come il gateway ed i controllers, si sono rivolti all'azienda leader del mercato, Maple. Mentre per i sensori di movimento è stata realizzata una partnership con la multinazionale Panasonic, permettendo di ridurre significativamente il costo di ciascun sensore.

Durante questo Sprint, per verificare il reale consumo energetico dell'impianto si è deciso di installare un misuratore di potenza all'interno della cabina elettrica del parco di illuminazione. Ciò permette al Team di conoscere non solo i consumi reali della soluzione non appena viene collocata, ma anche quelli che il parco di illuminazione consumerebbe se non fossero stati installati i dispositivi *Nextlight*.

4.2.1.2 Sprint 2: Programmazione del gateway, del controller e del Server

Lo sprint successivo si focalizza sulla programmazione e configurazione dei componenti elettronici principali, quali il network server, i controllers ed il gateway. La realizzazione degli obiettivi di tale Sprint è stata programmata in un orizzonte temporale di cinque settimane. La ragione di tale dilatazione rispetto allo Sprint precedente è da attribuire alla meticolosità del lavoro da svolgere e alla novità che esso rappresenta per la startup.

Durante questa fase di lavoro, il Team di sviluppo si impegna ad attuare non solo le singole configurazioni, ma anche la programmazione complessiva ed i relativi test preliminari di funzionamento. Infatti, non appena giungono in sede tutti gli elementi, viene effettuata una verifica sul loro corretto funzionamento. Con l'accertamento dell'adeguatezza del prodotto, si passa alla configurazione degli elementi partendo dal network server, seguito dal gateway e dal controller. Oltre alla singola programmazione viene effettuato la verifica della corretta comunicazione, rilasciando il prodotto funzionante per la successiva fase.

In aggiunta a quanto programmato, durante questa fase sono acquistati tutti gli elementi necessari per la realizzazione del dispositivo *Nextlight* come le scatole IP65 e IP44, i sensori di movimento, le antenne e il materiale elettrico ausiliare.

4.2.1.3 Sprint 3: Assemblaggio del primo componente hardware e test di funzionamento

Con la corretta conclusione degli Sprint precedenti, tutti i componenti principali della soluzione *Nextlight* sono stati programmati e testati. Pertanto, il terzo Sprint, con una durata di circa tre giorni, ha l'obiettivo dell'assemblaggio finale del primo componente hardware e del test a banco del suo funzionamento.

Durante la fase di realizzazione del primo dispositivo *Nextlight*, il Team di lavoro si impegna ad attuare un'ulteriore ottimizzazione degli spazi, così da rendere il prodotto meno invasivo, senza però limitarne le funzionalità.

4.2.1.4 Sprint 4: Installazione e test di funzionamento del primo componente

Lo Sprint che segue, la cui durata è di una settimana, è l'installazione del primo componente in loco nel parco di illuminazione a Chivasso. Infatti, una volta conclusa positivamente la fase di test a banco, il Team si impegna, con l'ausilio degli elettricisti esperti, all'installazione del dispositivo sul primo punto luce.

Il quarto Sprint non si conclude con la sola installazione, ma con l'internalizzazione e il processamento dei dati dei test effettuati per il presunto rilascio del primo dispositivo. Infatti, all'installazione seguono delle analisi accurate sul funzionamento del componente e sul suo impatto energetico, evidenziando il reale risparmio. Lo scopo principale di questi test è quello di permettere al Team di osservare le criticità che possono insorgere, per attuare le ottimizzazioni nei futuri componenti hardware da realizzare ed installare.

4.2.1.5 Sprint 5: Assemblaggio e installazione dei restanti componenti hardware secondo la logica della Line of Balance

Dopo aver osservato il corretto funzionamento del primo componente hardware, lo Sprint successivo comprendere l'assemblaggio e l'installazione dei restanti diciassette dispositivi *Nextlight*. Come anticipato sin dall'inizio, questo processo presenta un insieme di attività ripetitive, che permettono di impiegare al meglio la metodologia di programmazione della Line of Balance.

Precisamente lo Sprint, la cui durata stimata è di tre settimane, ha lo scopo finale dell'assemblaggio e dell'installazione dei restanti dispositivi *Nextlight*. Per tale ragione il quinto Sprint si può suddividere in due sottofasi: l'assemblaggio e l'installazione. Relativamente alla prima, essa include tre azioni principali quale: il mero assemblaggio, la programmazione dei controller e il test a banco di funzionamento. Per quanto riguarda l'installazione, invece, essa è composta da due attività: l'effettiva installazione e la programmazione post-installazione dei controller.

La prima programmazione realizzata attraverso la metodologia della Line of Balance è quella relativa all'assemblaggio. È stata sviluppata per questa attività una

tabella in cui le tre singole azioni sono state calendarizzate sia in termini di ore che di giorni. Infatti, come si osserva dalla medesima tabella 11, le azioni di assemblaggio sono state programmate per essere avviate in data 22/01/2021, momento di inizio del quinto Sprint. Inoltre, la durata totale stimata è di sei giorni lavorativi, in quanto l'arco temporale di realizzazione di un singolo dispositivo *Nextlight* ammonta a circa 210 minuti.

| COMPONENTE HARDWARE | DATA DI ESECUZIONE | ASSEMBLAGGIO INIZIO | ASSEMBLAGGIO FINE | PROGRAMMAZIONE CONTROLLER INIZIO | PROGRAMMAZIONE CONTROLLER FINE | TEST A BANCO INIZIO | TEST A BANCO FINE |
|---------------------|--------------------|---------------------|-------------------|----------------------------------|--------------------------------|---------------------|-------------------|
| 1 | 22/01/21 | 08:00 | 11:30 | 11:35 | 11:55 | 12:00 | 12:15 |
| 2 | 22/01/21 | 11:30 | 14:00 | 14:05 | 14:25 | 14:30 | 14:46 |
| 3 | 22/01/21 | 14:00 | 17:30 | 17:35 | 17:55 | 18:00 | 18:15 |
| 4 | 23/01/21 | 08:00 | 11:30 | 11:35 | 11:55 | 12:00 | 12:15 |
| 5 | 23/01/21 | 11:30 | 14:00 | 14:05 | 14:25 | 14:30 | 14:46 |
| 6 | 23/01/21 | 14:00 | 17:30 | 17:35 | 17:55 | 18:00 | 18:15 |
| 7 | 24/01/21 | 08:00 | 11:30 | 11:35 | 11:55 | 12:00 | 12:15 |
| 8 | 24/01/21 | 11:30 | 14:00 | 14:05 | 14:25 | 14:30 | 14:46 |
| 9 | 24/01/21 | 14:00 | 17:30 | 17:35 | 17:55 | 18:00 | 18:15 |
| 10 | 25/01/21 | 08:00 | 11:30 | 11:35 | 11:55 | 12:00 | 12:15 |
| 11 | 25/01/21 | 11:30 | 14:00 | 14:05 | 14:25 | 14:30 | 14:46 |
| 12 | 25/01/21 | 14:00 | 17:30 | 17:35 | 17:55 | 18:00 | 18:15 |
| 13 | 28/01/21 | 08:00 | 11:30 | 11:35 | 11:55 | 12:00 | 12:15 |
| 14 | 28/01/21 | 11:30 | 14:00 | 14:05 | 14:25 | 14:30 | 14:46 |
| 15 | 28/01/21 | 14:00 | 17:30 | 17:35 | 17:55 | 18:00 | 18:15 |
| 16 | 29/01/21 | 08:00 | 11:30 | 11:35 | 11:55 | 12:00 | 12:15 |
| 17 | 29/01/21 | 11:30 | 14:00 | 14:05 | 14:25 | 14:30 | 14:46 |

Tabella 11-Calendarizzazione oraria delle attività di assemblaggio, programmazione controller e test a banco per ciascun componente hardware

Dopo aver sviluppato in maniera analitica la configurazione temporale delle tre attività, è stata effettuata la rappresentazione grafica su un piano unità-tempo, come è presente in figura 34.

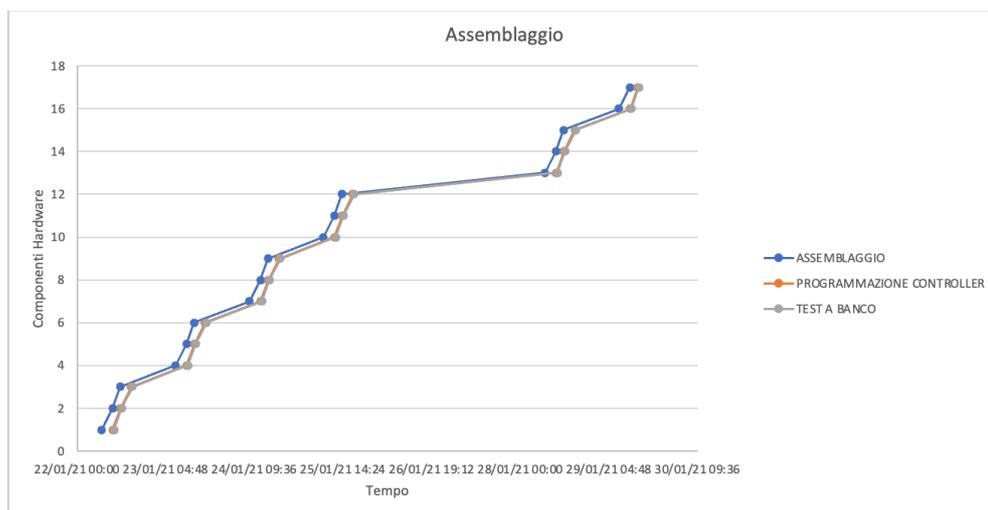


Figura 34-Rappresentazione grafica mediante la metodologia LOB delle attività di assemblaggio, programmazione controller e test a banco per ciascun componente hardware

Da come si evince dalla rappresentazione grafica le azioni di assemblaggio, programmazione dei controller ed il test a banco sono sequenziali e presentano un buffer

di cinque minuti, come si desume anche dalla relativa tabellazione oraria. La ragione di quanto detto va ricercata nella logica di processamento dei singoli dispositivi ed il loro spostamento nelle relative stazioni di lavoro. Inoltre, sempre dalla rappresentazione grafica, si può dedurre la corretta programmazione per via dell'assenza delle intersezioni dei singoli segmenti.

Analogamente a quanto svolto per l'assemblaggio, è stata sviluppata una tabella simile per l'attività di installazione, tabella 12, dove sono state allocate le due sotto azioni e la loro calendarizzazione oraria.

| COMPONENTE HARDWARE | INSTALLAZIONE INIZIO | INSTALLAZIONE FINE | PROGRAMMAZIONE POST-INSTALLAZIONE INIZIO | PROGRAMMAZIONE POST-INSTALLAZIONE FINE |
|------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1 | 08:00 | 08:30 | 17:50 | 18:10 |
| 2 | 08:35 | 09:05 | 18:10 | 18:30 |
| 3 | 09:10 | 09:40 | 18:30 | 18:50 |
| 4 | 09:45 | 10:15 | 18:50 | 19:10 |
| 5 | 10:20 | 10:50 | 19:10 | 19:30 |
| 6 | 10:55 | 11:25 | 19:30 | 19:50 |
| 7 | 11:30 | 12:00 | 19:50 | 20:10 |
| 8 | 12:05 | 12:35 | 20:10 | 20:30 |
| 9 | 12:40 | 13:10 | 20:30 | 20:50 |
| 10 | 13:15 | 13:45 | 20:50 | 21:10 |
| 11 | 13:50 | 14:20 | 21:10 | 21:30 |
| 12 | 14:25 | 14:55 | 21:30 | 21:50 |
| 13 | 15:00 | 15:30 | 21:50 | 22:10 |
| 14 | 15:35 | 16:05 | 22:10 | 22:30 |
| 15 | 16:10 | 16:40 | 22:30 | 22:50 |
| 16 | 16:45 | 17:15 | 22:50 | 23:10 |
| 17 | 17:20 | 17:50 | 23:10 | 23:30 |

Tabella 12-Calendarizzazione oraria delle attività di installazione e programmazione post-installazione per ciascun componente hardware

Da come si osserva nella tabella, e in maniera più evidente mediante la rappresentazione grafica della figura 35, le due attività presentano una logica di processo sequenziale con un buffer maggiore. Infatti, per la fase di programmazione del controller post-installazione è necessario che sia il gateway che i singoli controllers siano in rete per almeno una durata di venti minuti, ma durante la fase di installazione è necessario, per ragioni di sicurezza, che sia interrotta l'erogazione della corrente ai singoli punti luce. Per minimizzare i costi della risorsa esterna, si è pensato di sviluppare l'attività di programmazione post-installazione non appena si conclude l'installazione dell'ultimo componente hardware sul punto luce. Oltre a quanto detto, dalla tabella con la calendarizzazione oraria delle attività si osserva un ritardo tra l'installazione di un componente ed un altro di cinque minuti. La decisione di introdurre tale cuscinetto temporale è dovuta allo spostamento dell'elettricista e del materiale necessario per l'installazione del prodotto.

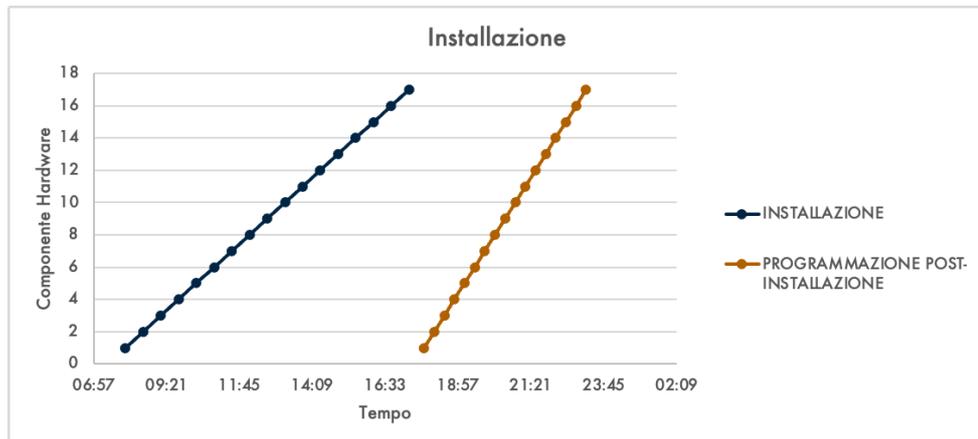


Figura 35-Rappresentazione grafica mediante la metodologia LOB delle attività di installazione e programmazione post-installazione per ciascun componente hardware

Anche in questo caso, nella rappresentazione grafica le due attività non presentano alcuna intersezione, ciò permette di affermare come la programmazione effettuata è temporalmente corretta e non presenta dei paradossi temporali.

Per concludere tale Sprint, oltre alle attività studiate, il Team deve attuare dei test di prova e la relativa raccolta dati per attuare al meglio il rilascio del prodotto.

4.2.1.6 Personalizzazione della dashboard del cliente

Per concludere il progetto di validazione del prodotto Nextlight presso Chivasso è stato pensato dal Product Owner e dallo Scrum Master uno Sprint finale in cui il Team deve effettuare la personalizzazione ed il test di funzionamento della dashboard. Tale Sprint ha una durata stimata di due settimane ed è necessario al fine del rilascio della soluzione al cliente. Infatti, mediante tale azione di customizzazione della dashboard l'utente finale ha una visione esplicita dei dati acquisiti dal parco di illuminazione e delle relative informazioni.

4.2.2 Calcolo della durata del progetto e relativo budget previsionale

Conclusa la programmazione indipendente dei singoli Sprint da svolgere, è stata realizzata la programmazione temporale del progetto, con il relativo calcolo previsionale della durata e dei costi.

Prima di procedere con l'analisi economica e temporale, occorre prestare attenzione in merito alle assunzioni che sono state attuate. Anche in questo caso, come nel metodo tradizionale precedentemente analizzato, le assunzioni intraprese sono le medesime.

Ovvero, si è considerato un lavoro massimo per ciascuna risorsa di quaranta ore lavorative settimanali ed i loro salari pari a quelli stimati in precedenza (tabella 1). Oltre a ciò, il Team ha deciso di considerare i costi fissi, quali quelli relativi al server ed alla polizza assicurativa, come la quota di competenza in relazione alla durata totale del progetto. Un'aggiuntiva assunzione, che indirettamente è stata attuata con il metodo precedente, è quella di non includere Fabio Mastrocesare nel progetto di validazione del prodotto *Nextlight*, in quanto la medesima risorsa è impiegata in un progetto di business parallelo per la startup.

Precisamente per realizzare la previsione temporale è stato impiegato un diagramma a barre di Gantt in cui sono state poste in maniera sequenziale tutti gli Sprint stimati con le relative durate programmate.



Figura 36-Programmazione previsionale del progetto di validazione del prodotto *Nextlight* secondo la metodologia ibrida

Da come si osserva dalla programmazione presente in figura 36, considerando un avvio del progetto in data 24/11/2020, la data di conclusione prevista è il 26/02/2021, con una durata di progetto pari a 68 giorni lavorativi.

In merito all'analisi economica è stato considerato l'impiego delle risorse al massimo della loro disponibilità, oltre, come è osservabile nella tabella 13, ai relativi costi materiali per ciascun singolo Sprint.

| ATTIVITÀ | GIORNI DI LAVORO | COSTO RISORSE GIORNALIERE | COSTO RISORSE INTERNE | COSTO RISORSE ESTERNE | COSTI FISSI | COSTO MATERIALE | COSTO TOTALE SPRINT |
|---------------|------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| SPRINT 1 | 10 | 348,13 € | 3.481,28 € | | 50,00 € | | 3.531,28 € |
| SPRINT 2 | 25 | 348,13 € | 8.703,21 € | 3.484,19 € | | 931,51 € | 13.118,90 € |
| SPRINT 3 | 3 | 348,13 € | 1.044,38 € | | | | 1.044,38 € |
| SPRINT 4 | 5 | 348,13 € | 1.740,64 € | | 625,00 € | 180,34 € | 2.545,98 € |
| SPRINT 5 | 15 | 348,13 € | 5.221,92 € | | 625,00 € | | 5.846,92 € |
| SPRINT 6 | 10 | 348,13 € | 3.481,28 € | | | | 3.481,28 € |
| TOTALE | | | 23.672,72 € | 3.484,19 € | 1.300,00 € | 1.111,85 € | 29.568,75 € |

Tabella 13-Calcolo del costo del progetto di validazione del prodotto *Nextlight* con il metodo alternativo

Un'ulteriore analisi affrontata per lo studio economico della programmazione ibrida è quello inerente al peso di ciascuna voce di costo. Infatti, come è osservabile in tabella 14, così come nel metodo tradizionale, il costo delle risorse interne influenza

pesantemente il costo totale dell'intero progetto con un peso del 80,06 %. A questo segue il costo delle materie prime con un valore del 11,78 %.

| METODO ALTERNATIVO | COSTI | PESO |
|----------------------------|-------------|---------|
| Nextlight_Chivasso | 29.568,75 € | 100,00% |
| Direct Cost | 29.568,75 € | 100,00% |
| Fixed Cost | 1.111,85 € | 3,76% |
| Material Cost | 3.484,19 € | 11,78% |
| Cost of Internal Resources | 23.672,72 € | 80,06% |
| Cost of External Resources | 1.300,00 € | 4,40% |
| Indirect Cost | 0,00 € | 0,00% |

Tabella 14-Rappresentazione dell'impatto delle singole voci di costi sul budget totale complessivo della programmazione di previsione ibrida alternativa

4.2.3 Alternativo monitoraggio delle attività

Anche nel caso dello sviluppo della programmazione con la metodologia ibrida Scrum-Line of Balance si può pensare di ripercorrere la fase di monitoraggio affrontata con il metodo tradizionale. Di fatti, come è stato descritto minuziosamente nel terzo capitolo, all'interno dello sviluppo del progetto sono stati riscontrati due eventi differenti che hanno causato la necessità di attuare due azioni di controllo e di modifica del piano di lavoro del progetto.

4.2.3.1 Prima azione di monitoraggio

La prima azione di monitoraggio con il metodo tradizionale è avvenuta in data 29/01/2021, quando è stato riscontrato un ritardo nell'acquisizione del gateway ed una non conformità dei controller. Inerente alla nuova metodologia, tale azione di monitoraggio può essere tradotta come un mancato raggiungimento dell'obiettivo del secondo Sprint nel tempo stimato delle cinque settimane. Per tale ragione, la relativa azione di controllo sviluppata è quello del prolungamento di ulteriori dieci giorni del secondo Sprint. Tale dilatazione temporale è necessaria per richiedere nuovamente i controller con le caratteristiche richieste ed attendere il loro l'arrivo in sede con il gateway.

Così come nel metodo tradizionale anche in quello ibrido è stata realizzata la modifica del piano di lavoro con il relativo calcolo delle nuove durate e dei nuovi costi previsti. Infatti, come si osserva nella nuova programmazione presente in figura 37, il

progetto di validazione del prodotto *Nextlight* subisce un ritardo di dieci giorni lavorativi, con una data di conclusione prevista per il 12/03/2021.

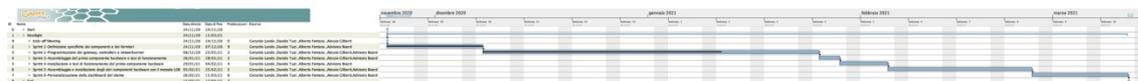


Figura 37-Programmazione del progetto di validazione del prodotto *Nextlight* secondo la metodologia ibrida a seguito della prima azione di monitoraggio

Per ciò che riguarda, invece, l'aspetto economico, esso è riassunto nella tabella 15, in cui si osserva un incremento significativo del budget preventivo di progetto dovuto principalmente all'impiego aggiuntivo delle risorse presenti all'interno del Team per una durata maggiore.

| ATTIVITÀ | GIORNI DI LAVORO | COSTO RISORSE GIORNALIERE | COSTO RISORSE INTERNE | COSTO RISORSE ESTERNE | COSTI FISSI | COSTO MATERIALE | COSTO TOTALE SPRINT |
|---------------|------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| SPRINT 1 | 10 | 348,13 € | 3.481,28 € | | 50,00 € | | 3.531,28 € |
| SPRINT 2 | 35 | 348,13 € | 12.184,49 € | 3.577,35 € | | 1.068,49 € | 16.830,33 € |
| SPRINT 3 | 3 | 348,13 € | 1.044,38 € | | | | 1.044,38 € |
| SPRINT 4 | 5 | 348,13 € | 1.740,64 € | | 625,00 € | 206,86 € | 2.572,50 € |
| SPRINT 5 | 15 | 348,13 € | 5.221,92 € | | 625,00 € | | 5.846,92 € |
| SPRINT 6 | 10 | 348,13 € | 3.481,28 € | | | | 3.481,28 € |
| TOTALE | | | 27.154,00 € | 3.577,35 € | 1.300,00 € | 1.275,35 € | 33.306,70 € |

Tabella 15-Calcolo del costo del progetto di validazione del prodotto *Nextlight* con il metodo alternativo a seguito della prima azione di monitoraggio

È stata inoltre realizzata la medesima analisi dell'influenza delle singole voci, presente in tabella 16. Da questa si evidenzia come il costo delle risorse interne rimane quello maggiormente impattante ed esso subisce un incrementato del suo valore rispetto a quello della precedente programmazione. Di contro, il costo delle materie presenta un peso inferiore di circa un punto percentuale. La giustificazione di tale variazione è dovuta maggiormente alla dilatazione temporale del progetto complessivo.

| METODO ALTERNATIVO | COSTI | PESO |
|----------------------------|-------------|---------|
| Nextlight_Chivasso | 33.306,70 € | 100,00% |
| Direct Cost | 33.306,70 € | 100,00% |
| Fixed Cost | 1.275,35 € | 3,83% |
| Material Cost | 3.577,35 € | 10,74% |
| Cost of Internal Resources | 27.154,00 € | 81,53% |
| Cost of External Resources | 1.300,00 € | 3,90% |
| Indirect Cost | 0,00 € | 0,00% |

Tabella 16-Rappresentazione dell'impatto delle singole voci di costi sul budget totale complessivo della programmazione di previsione ibrida alternativa a seguito della prima azione di monitoraggio e controllo

4.2.3.2 Seconda azione di monitoraggio

La seconda azione di monitoraggio secondo il metodo tradizionale è attuata dal Team a ridosso dell'installazione del primo componente hardware. La causa principale della variazione del piano di lavoro stimato è dovuto al mancato funzionamento del driver interno al punto luce, che non permetteva di far variare la tensione in uscita, necessaria per effettuare il dimming dell'energia luminosa.

Nella programmazione alternativa, la problematica sopra citata si presenta nella fase iniziale di sviluppo del quarto Sprint, momento in cui il Team di lavoro, insieme all'elettricista esperto, provano il primo dispositivo *Nextlight* nel parco di Chivasso. La risposta al problema riscontrato, secondo la nuova metodologia, è la rielaborazione del terzo Sprint, in cui il Team esamina nuovamente la configurazione del prodotto per ricercare una soluzione alla complicazione presentata.

Durante l'effettiva rielaborazione del nuovo assetto del dispositivo, il Team ha deciso non solo di inserire un nuovo driver, ma di utilizzare per la realizzazione dei circuiti interni il PCB. L'introduzione di tale elemento nella soluzione *Nextlight* ha permesso di inserire i componenti principali all'interno del vano lampada riducendo notevolmente gli spazi e l'impatto estetico. Inoltre, l'utilizzazione del PCB per la realizzazione del circuito interno alla soluzione ha evidenziato una riduzione dei tempi di assemblaggio, permettendo di ottimizzare l'intero processo. Infatti, è stato necessario attuare anche l'aggiornamento della programmazione dell'attività di assemblaggio svolta secondo l'approccio della Line of Balance. Attraverso tale revisione, osservabile nella tabella 17, l'assemblaggio dei diciassette dispositivi viene stimato per essere effettuato interamente nell'arco di una giornata lavorativa, permettendo di ridurre la durata stimata dell'intero quinto Sprint di cinque giorni lavorativi.

| COMPONENTE HARDWARE | ASSEMBLAGGIO INIZIO | ASSEMBLAGGIO FINE | PROGRAMMAZIONE CONTROLLER INIZIO | PROGRAMMAZIONE CONTROLLER FINE | TEST A BANCO INIZIO | TEST A BANCO FINE |
|------------------------|------------------------|----------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|------------------------|----------------------|
| 1 | 08:00 | 08:20 | 08:25 | 08:45 | 08:50 | 09:05 |
| 2 | 08:20 | 08:40 | 08:45 | 09:05 | 09:10 | 09:25 |
| 3 | 08:40 | 09:00 | 09:05 | 09:25 | 09:30 | 09:45 |
| 4 | 09:00 | 09:20 | 09:25 | 09:45 | 09:50 | 10:05 |
| 5 | 09:20 | 09:40 | 09:45 | 10:05 | 10:10 | 10:25 |
| 6 | 09:40 | 10:00 | 10:05 | 10:25 | 10:30 | 10:45 |
| 7 | 10:00 | 10:20 | 10:25 | 10:45 | 10:50 | 11:05 |
| 8 | 10:20 | 10:40 | 10:45 | 11:05 | 11:10 | 11:25 |
| 9 | 10:40 | 11:00 | 11:05 | 11:25 | 11:30 | 11:45 |
| 10 | 11:00 | 11:20 | 11:25 | 11:45 | 11:50 | 12:05 |
| 11 | 11:20 | 11:40 | 11:45 | 12:05 | 12:10 | 12:25 |
| 12 | 11:40 | 12:00 | 12:05 | 12:25 | 12:30 | 12:45 |
| 13 | 12:00 | 12:20 | 12:25 | 12:45 | 12:50 | 13:05 |
| 14 | 12:20 | 12:40 | 12:45 | 13:05 | 13:10 | 13:25 |
| 15 | 12:40 | 13:00 | 13:05 | 13:25 | 13:30 | 13:45 |
| 16 | 13:00 | 13:20 | 13:25 | 13:45 | 13:50 | 14:05 |
| 17 | 13:20 | 13:40 | 13:45 | 14:05 | 14:10 | 14:25 |

Tabella 17-Calendarizzazione oraria delle attività di assemblaggio, programmazione controller e test a banco per ciascun componente hardware a seguito della riprogrammazione delle attività

Anche la rappresentazione grafica della programmazione dell'assemblaggio è stata aggiornata, come si osserva in figura 38. Attraverso questa è possibile osservare che, seppur variano notevolmente la durata delle singole attività, resta immutata la necessità di inserire un cuscinetto temporale di cinque minuti, necessario per lo spostamento dei singoli dispositivi nei vari spazi di lavoro.

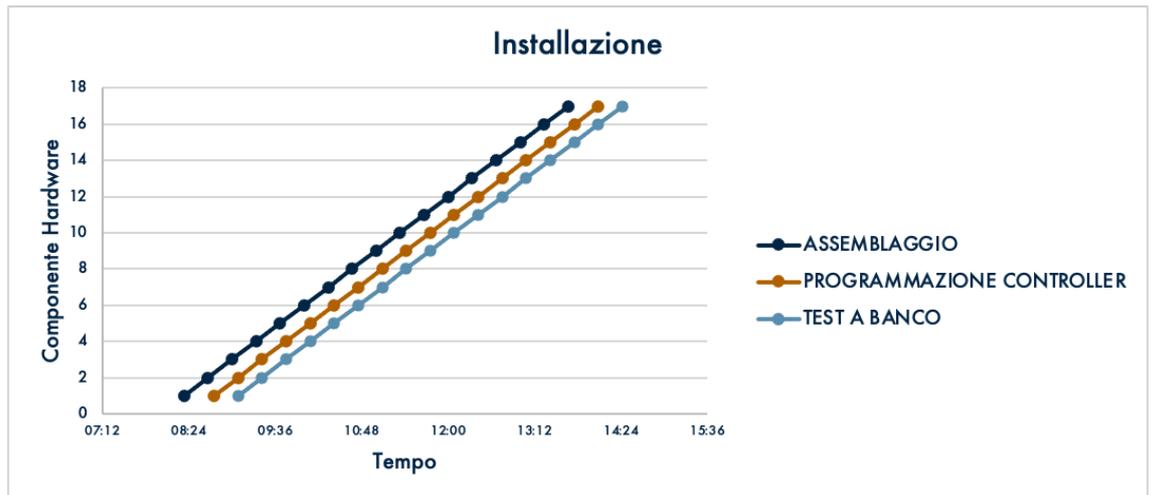


Figura 38-Rappresentazione grafica mediante la metodologia LOB delle attività di assemblaggio, programmazione controller e test a banco per ciascun componente hardware a seguito della riprogrammazione delle attività

Per concludere l'azione di monitoraggio, è stata realizzata anche in questo caso l'aggiornamento del piano di lavoro e del piano economico. Infatti, come si osserva in figura 39, il progetto di validazione del prodotto eseguito dalla startup Nextton presso Chivasso presenta una data di conclusione prevista per il 10/03/2021. La cosa sorprendente della nuova riprogrammazione è che, seppur teoricamente è presente un ritardo di tre giorni per la rielaborazione del terzo sprint, il tempo di durata dell'intero progetto si riduce, in quanto è stato ottimizzato l'esecuzione dell'assemblaggio con una conseguente riduzione del quinto Sprint.

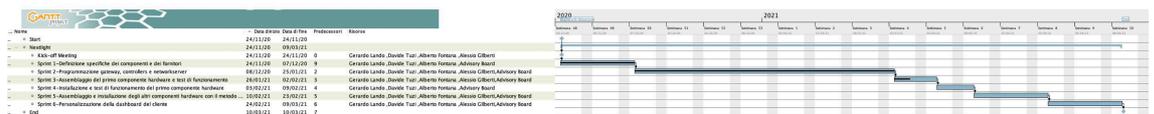


Figura 39-Programmazione del progetto di validazione del prodotto Nextlight secondo la metodologia ibrida a seguito della seconda azione di monitoraggio

L'ottimizzazione temporale effettuata si riflette in maniera significativa nel costo previsionale del progetto. Infatti, come si osserva nella tabella 18 l'azione di monitoraggio apporta all'intero progetto un incremento del costo dei materiali significativo, dovuto all'acquisto dei nuovi componenti quali i driver ed il PCB. Ma ciò è controbilanciato da una riduzione del costo delle risorse a causa della diminuzione dei loro giorni lavorativi totali. La conseguenza di queste due importanti variazioni è un incremento di poco più di 1.000 € del nuovo budget di previsione del progetto rispetto a quello passato.

| ATTIVITÀ | GIORNI DI LAVORO | COSTO RISORSE GIORNALIERE | COSTO RISORSE INTERNE | COSTO RISORSE ESTERNE | COSTI FISSI | COSTO MATERIALE | COSTO TOTALE SPRINT |
|---------------|------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| SPRINT 1 | 10 | 348,13 € | 3.481,28 € | | 50,00 € | | 3.531,28 € |
| SPRINT 2 | 35 | 348,13 € | 12.184,49 € | 3.500,03 € | | 1.041,10 € | 16.725,61 € |
| SPRINT 3 | 6 | 348,13 € | 2.088,77 € | 1.573,20 € | | | 3.661,97 € |
| SPRINT 4 | 5 | 348,13 € | 1.740,64 € | | 625,00 € | 201,56 € | 2.567,20 € |
| SPRINT 5 | 10 | 348,13 € | 3.481,28 € | | 625,00 € | | 4.106,28 € |
| SPRINT 6 | 10 | 348,13 € | 3.481,28 € | | | | 3.481,28 € |
| TOTALE | | | 26.457,74 € | 5.073,23 € | 1.300,00 € | 1.242,65 € | 34.073,63 € |

Tabella 18-Calcolo del costo del progetto di validazione del prodotto Nextlight con il metodo alternativo a seguito della seconda azione di monitoraggio

Quanto detto è confermato dallo studio dell'influenza delle singole voci di costo all'interno del progetto. Infatti, come si evince dalla tabella 19, la voce di costo delle risorse interne subisce una notevole riduzione, passando da un valore di 81,53% nella programmazione precedente a un valore di 77,65%. Invece, si osserva come il costo del materiale, pur restando il secondo nella classifica di influenza all'interno del progetto, presenta un incremento significativo del peso, con un valore di 14,89%.

| METODO ALTERNATIVO | COSTI | PESO |
|----------------------------|-------------|---------|
| Nextlight_Chivasso | 34.073,63 € | 100,00% |
| Direct Cost | 34.073,63 € | 100,00% |
| Fixed Cost | 1.242,65 € | 3,65% |
| Material Cost | 5.073,23 € | 14,89% |
| Cost of Internal Resources | 26.457,74 € | 77,65% |
| Cost of External Resources | 1.300,00 € | 3,82% |
| Indirect Cost | 0,00 € | 0,00% |

Tabella 19-Rappresentazione dell'impatto delle singole voci di costi sul budget totale complessivo della programmazione di previsione ibrida alternativa a seguito della seconda azione di monitoraggio e controllo

5 Comparazione tra i due metodi analizzati

Dopo aver svolto la programmazione del progetto di validazione del prodotto *Nextlight* sia con il metodo Waterfall che con quello alternativo ibrido, è stato realizzato un confronto per concludere lo studio sul quale fosse il metodo più adeguato per la startup Nexton. In particolare, la comparazione è stata realizzata non solo con la programmazione di previsione ad inizio progetto, ma anche con quelle di aggiornamento a seguito delle relative azioni di monitoraggio e controllo. Tale paragone risulta essere concettualmente idoneo, in quanto per entrambe le metodologie attuate sono state impiegate le medesime assunzioni sia a livello monetario che organizzativo.

5.1 Confronto tra le programmazioni previsionali

Un primo confronto realizzato è quello inerente ai risultati ottenuti al termine della programmazione di previsione ad inizio progetto. Dall'analisi dei due piani di lavoro si osserva come entrambe le programmazioni, pur essendo state avviate nello stesso giorno, presentano una data di conclusione differente. Precisamente, il metodo tradizionale, o Waterfall, presenta una programmazione con una durata maggiore di 83 giorni lavorativi rispetto a quella ibrida. La ragione di tale divario va ricercata nell'impiego delle risorse. Infatti, con la prima pianificazione i componenti del Team non sono occupati al massimo della disponibilità per ogni singola attività, permettendo loro di attuare azioni in parallelo senza ricorrere allo straordinario. Di contro, nella programmazione ibrida, l'impiego delle risorse è pari al massimo della loro possibilità di utilizzo. Ciò si evince anche osservando il confronto economico in tabella 10. Di fatti, a parità di costi delle risorse esterne e del materiale, il costo delle risorse interne impiegate risulta essere maggiore nella programmazione ibrida alternativa, con un divario di 9.156,29 € rispetto a quella Waterfall. D'altra parte, però, quest'ultima programmazione, a causa della durata maggiore, presenta dei costi fissi superiori, in quanto l'assunzione iniziale intrapresa per il progetto calcolava tale tipologia di costi come la quota di competenza in relazione alla durata del progetto.

| | METODO WATERFALL | METODO ALTERNATIVO | CONFRONTO |
|-----------------------|------------------|--------------------|-------------|
| DURATA | 151 | 68 | 83 |
| COSTO TOTALE | 21.769,57 € | 29.568,75 € | -7.799,18 € |
| COSTI FISSI | 2.468,95 € | 1.111,85 € | 1.357,11 € |
| COSTI MATERIALE | 3.484,19 € | 3.484,19 € | 0,00 € |
| COSTI RISORSE INTERNE | 14.516,43 € | 23.672,72 € | -9.156,29 € |
| COSTI RISORSE ESTERNE | 1.300,00 € | 1.300,00 € | 0,00 € |

Tabella 20-Confronto analitico tra le due programmazioni di previsione ad inizio progetto

Rappresentando graficamente i risultati analitici ottenuti in tabella 20 (figura 40), si evidenzia come, pur presentando dei costi fissi maggiori, il metodo Waterfall permette di risparmiare una quota monetaria considerevole, pur impiegando una durata maggiore.

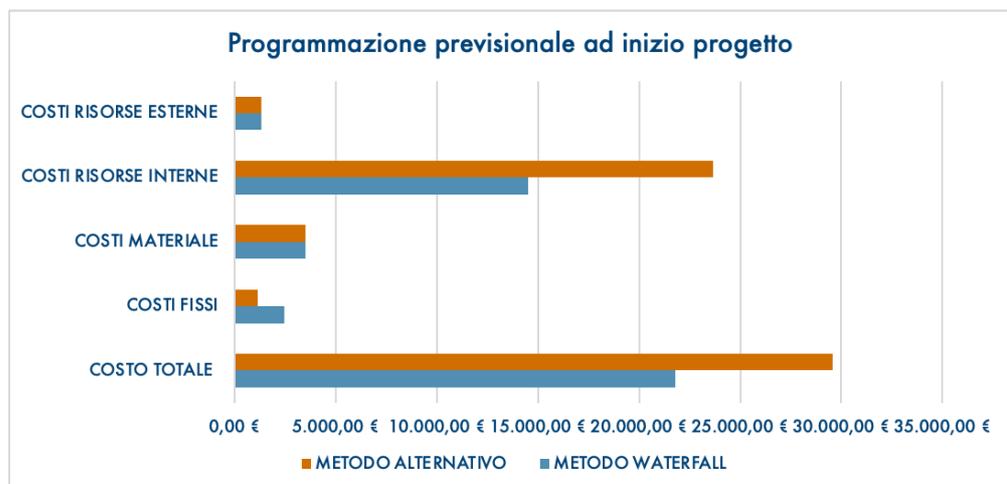


Figura 40-Rappresentazione grafica del confronto analitico tra le due programmazioni di previsione ad inizio progetto

5.2 Confronto tra le programmazioni previsionali a seguito della prima azione di monitoraggio

Un successivo confronto sviluppato tra i due metodi analizzati riguarda quello inerente agli output raggiunti a seguito della prima azione di monitoraggio e controllo. In particolare, come è stato ampiamente discusso nei capitoli precedenti, la prima azione di monitoraggio è avvenuta a causa di un ritardo dell'invio del gateway e la non-conformità dei controller acquistati. Per entrambe le programmazioni, tale evento si è tradotto come una dilatazione temporale ed un relativo aumento dei costi. Infatti, come è osservabile dalla tabella 21, la programmazione Waterfall subisce un ritardo rispetto a quella precedente, ma inferiore rispetto a quanto si riscontra con l'approccio alternativo ibrido. In particolare, la programmazione tradizionale presenta una durata maggiore di 80 giorni

lavorativi rispetto alla programmazione ibrida, giustificata sempre dall'effort differente delle risorse impiegate. Anche in questa programmazione, nel confronto dei costi delle risorse interne, il metodo ibrido alternativo presenta un maggior esborso economico, controbilanciato da un risparmio nei costi fissi.

| | METODO WATERFALL | METODO ALTERNATIVO | CONFRONTO |
|-----------------------|------------------|--------------------|--------------|
| DURATA | 158 | 78 | 80 |
| COSTO TOTALE | 22.763,38 € | 33.306,70 € | -10.543,32 € |
| COSTI FISSI | 2.583,41 € | 1.275,35 € | 1.308,05 € |
| COSTI MATERIALE | 3.577,35 € | 3.577,35 € | 0,00 € |
| COSTI RISORSE INTERNE | 15.302,62 € | 27.154,00 € | -11.851,38 € |
| COSTI RISORSE ESTERNE | 1.300,00 € | 1.300,00 € | 0,00 € |

Tabella 21-Confronto analitico tra le due programmazioni di previsione a seguito della prima azione di monitoraggio

Analogamente all'analisi precedente, anche in questa programmazione è possibile osservare come l'impiego della metodologia Waterfall permette di risparmiare una quota significativa, di circa 10.500 €, pur impiegando una quantità temporale maggiore. Ciò si osserva anche graficamente, in figura 41, in cui a parità di costi delle risorse esterne e costi del materiale, il progetto svolto con la metodologia alternativa ibrida, presenta una durata inferiore, ma un costo complessivo superiore.

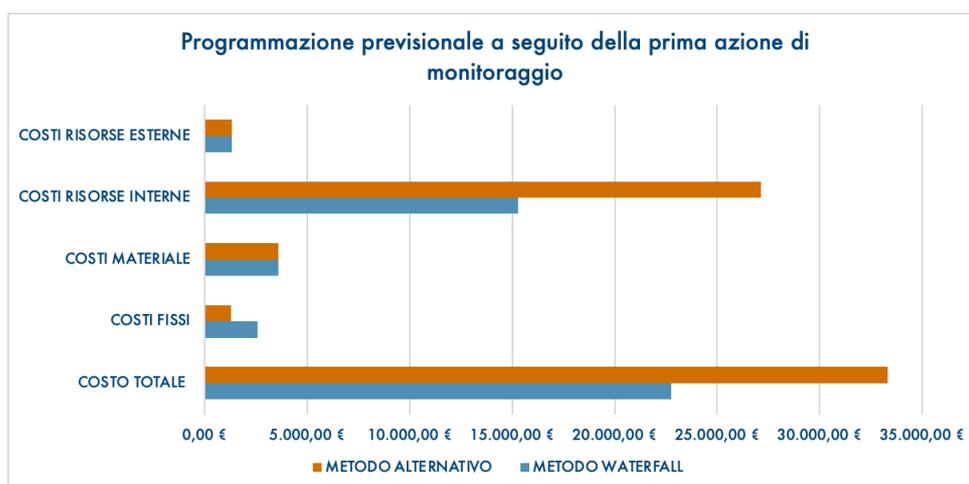


Figura 41-Rappresentazione grafica del confronto analitico tra le due programmazioni di previsione a seguito della prima azione di monitoraggio

5.3 Confronto tra le programmazioni previsionali a seguito della seconda azione di monitoraggio

Infine, è stato realizzato un confronto conclusivo inerente ai risultati ottenuti dopo l'aggiornamento del piano di lavoro dal secondo monitoraggio. L'evento scatenante della variazione della programmazione è stato il mal funzionamento del driver presente nel vano lampada e l'ottimizzazione del processo di assemblaggio. Le modifiche attuate hanno evidenziato nel complesso un ritardo di sette giorni lavorativi per il metodo tradizionale, mentre per quello alternativo si è osservato un globale risparmio temporale di due giorni. Precisamente, con il metodo Scrum-Line of Balance, l'insorgere della modifica ha apportato un ritardo per attuare nuovamente lo studio della configurazione del prodotto, ma questo è stato controbilanciato dalla nuova ottimizzazione dell'assemblaggio dei componenti, che ha permesso di risparmiare cinque giorni nell'attività citata. Nel confronto con le due programmazioni aggiornate, presente in tabella 22, si nota come persiste ancora la differenza temporale tra le due, anzi si amplia il divario di sette giorni lavorativi rispetto alla precedente. Per ciò che riguarda, invece, il confronto sul piano economico, si osserva come la riduzione temporale del piano di lavoro con la metodologia alternativa ha una conseguenza diretta sui costi delle risorse interne. In particolare, si osserva come resta invariato l'esborso economico maggiore delle risorse interne per la metodologia ibrida, ma attuando un confronto con la precedente pianificazione, tale importo subisce una riduzione. Nel complesso della comparazione, si afferma come indubbiamente con il metodo Waterfall è presente un risparmio economico di 9.547,39 €, ma che tale valore risulti inferiore rispetto a quello preventivato con la precedente previsione.

| | METODO WATERFALL | METODO ALTERNATIVO | CONFRONTO |
|-----------------------|------------------|--------------------|--------------|
| DURATA | 163 | 76 | 87 |
| COSTO TOTALE | 24.526,23 € | 34.073,63 € | -9.547,39 € |
| COSTI FISSI | 2.681,51 € | 1.242,65 € | 1.438,86 € |
| COSTI MATERIALE | 5.073,23 € | 5.073,23 € | 0,00 € |
| COSTI RISORSE INTERNE | 15.471,49 € | 26.457,74 € | -10.986,25 € |
| COSTI RISORSE ESTERNE | 1.300,00 € | 1.300,00 € | 0,00 € |

Tabella 22-Confronto analitico tra le due programmazioni di previsione a seguito della seconda azione di monitoraggio

Anche attraverso la rappresentazione grafica della comparazione tra i due metodi a seguito della seconda azione di monitoraggio, figura 42, si evidenzia come per l'approccio ibrido alternativo l'esborso del costo delle risorse interne è maggiore rispetto

a quello tradizionale, ma è controbilanciato da un risparmio evidente inerente ai costi fissi. Purtroppo, però, quest'ultimi non riescono ad eguagliare i costi delle risorse interne, rendendo così la metodologia alternativa ibrida quella con un esborso maggiore ma con una durata di gran lunga inferiore.

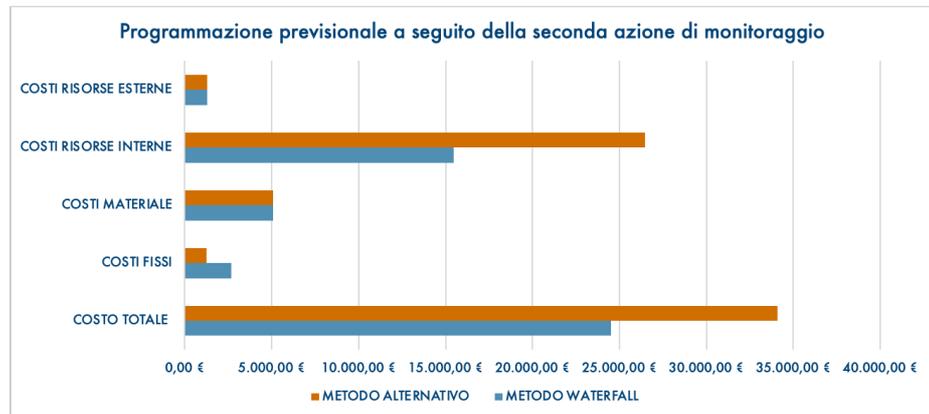


Figura 42-Rappresentazione grafica del confronto analitico tra le due programmazioni di previsione a seguito della seconda azione di monitoraggio

CONCLUSIONE

Lo studio affrontato permette di osservare l'applicazione di due differenti metodi di programmazione nel progetto di validazione del prodotto della startup Nexton. I criteri impiegati nella previsione e nei successivi aggiornamenti del piano di lavoro sono quello Waterfall, o tradizionale, ed il metodo alternativo ibrido di Scrum-Line of Balance. Dal confronto accurato tra i due approcci, si osserva come la programmazione attraverso l'applicazione del metodo alternativo ibrido assicura un risparmio temporale a sfavore di un esborso monetario superiore. Di contro, il progetto di validazione attuato con il metodo tradizionale riduce notevolmente il budget complessivo, ma aumenta di circa tre mesi l'esecuzione dello stesso.

Al termine delle analisi condotte sia in ambito economico che quello temporale si è dedotto come l'approccio opportuno per Nexton nello sviluppo del progetto di validazione del prodotto fosse il metodo Waterfall. In particolare, essendo questa una startup nascente, che fonda il suo principale ingresso economico da fonti di investimento esterni, la scelta tra un risparmio economico ed uno temporale, ricade sul primo criterio. Infatti, la dilatazione temporale, che è la conseguenza dell'impiego della metodologia tradizionale, permette al Team di attuare dei test più accurati sulla soluzione proposta. Inoltre, tale metodologia risulta essere idonea per le risorse impiegate. In modo particolare, l'iniziale livello di esperienza che il Team possiede è bilanciato da un'accurata e dettagliata burocrazia, che accompagna i responsabili nella gestione dell'intero progetto senza la possibilità di incorrere ad errori di inesperienza.

Con la conclusione dello studio, si può trarre un'importante osservazione in merito agli sviluppi futuri che Nexton può intraprendere. In particolare, nella realizzazione di una possibile generica commessa futura la startup potrebbe impiegare l'approccio Waterfall per rendere il prezzo finale competitivo. In particolare, nelle prime commesse esterne, il Team, intraprendendo la metodologia tradizionale con le opportune ottimizzazioni di processo, otterrebbe un consistente risparmio sul budget di previsione dei progetti, realizzando non solo un prezzo competitivo rispetto alle altre soluzioni proposte nel mercato, ma anche un utile maggiore da reinvestire all'interno della stessa startup. Per ciò che riguarda, invece, i possibili futuri progetti di validazione di altre soluzioni, l'approccio che Nexton potrebbe impiegare è quello alternativo. La scelta di utilizzare tale metodologia risiede principalmente non solo nella crescente esperienza che le risorse possiedono nella gestione di progetti, ma anche sulla possibilità di finanziare

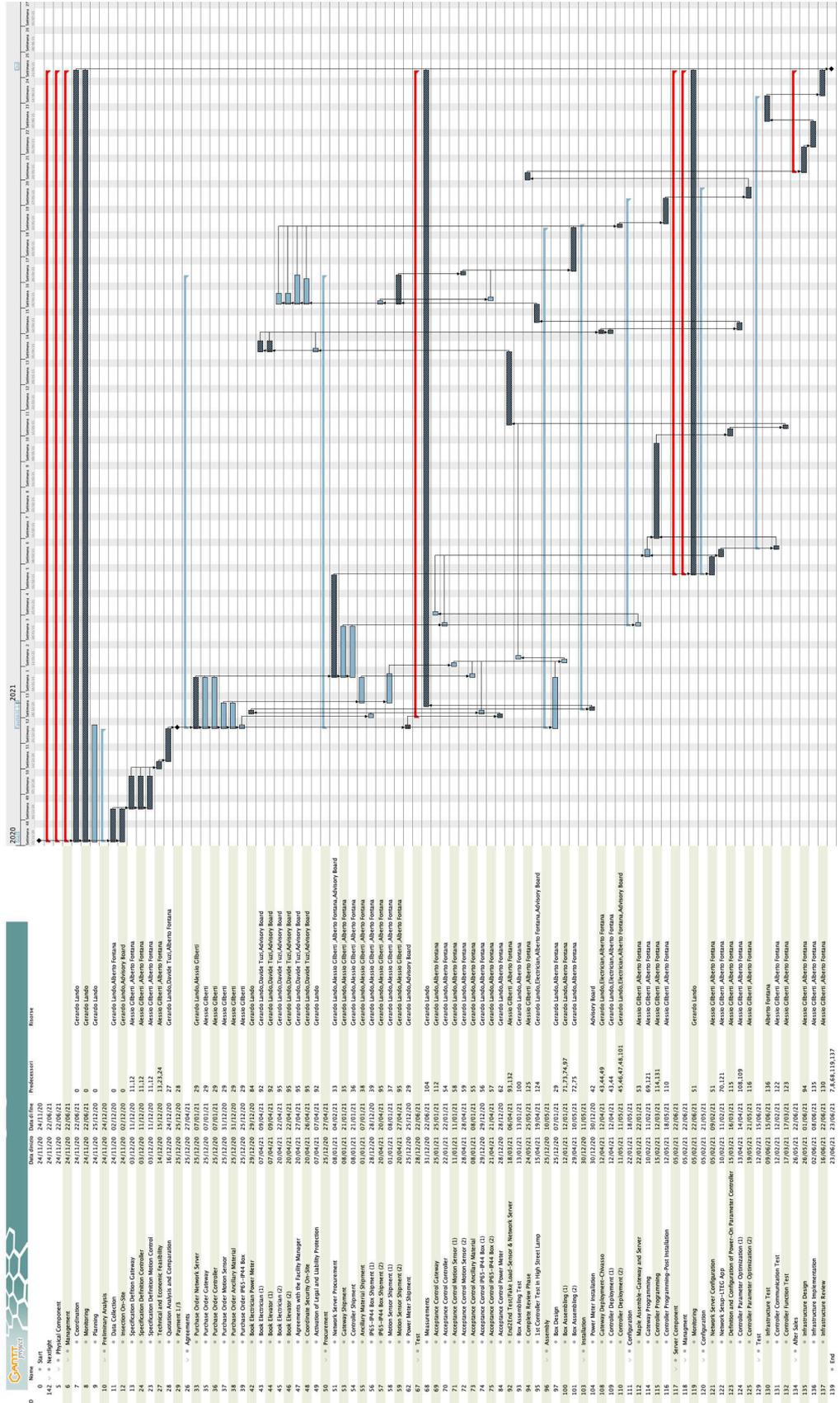
gran parte del progetto attraverso i ricavi ottenuti dalla vendita della soluzione *Nextlight*. Infatti, l'impiego di un metodo snello per lo sviluppo di uno studio di un futuro prodotto permette di accelerare l'ingresso del mercato della nuova soluzione proposta con un esborso economico maggiore, senza però limitarne la qualità che Nexton si impegna ad offrire.

6 Appendice

Appendice A-Matrice WBS e RBS

| | MATERIAL RESOURCES | HUMAN INTERNAL RESOURCES | | | | | HUMAN EXTERNAL RESOURCES | |
|----------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------|-------------|------------------|-----------------|------------------|--------------------------|----------------|
| | Scaffolding | Gerardo Lando | Davide Tuzi | Alessio Gilberti | Alberto Fontana | Fabio Mastrorosa | Electrician | Advisory Board |
| PHYSICAL COMPONENT | | | | | | | | |
| MANAGEMENT | | | | | | | | |
| Coordination | | ✓ | | | | | | |
| Monitoring | | ✓ | | | | | | |
| Planning | | ✓ | | | | | | |
| PRIMARY ANALYSIS | | | | | | | | |
| Data collection | | ✓ | | | ✓ | | | |
| Inspection On-Site | | ✓ | | | | | | ✓ |
| Specifications Definition Gateway | | | | ✓ | ✓ | | | |
| Specifications Definition Controller | | | | ✓ | ✓ | | | |
| Specifications Definition Motion Sensor | | | | ✓ | ✓ | | | |
| Technical and Economic Feasibility | | | | ✓ | ✓ | | | |
| Quotation Analysis and Comparison | | ✓ | ✓ | | ✓ | | | |
| AGREEMENTS | | | | | | | | |
| Purchase Order Network Server | | ✓ | | ✓ | | | | |
| Purchase Order Gateway (with Transport) | | | | ✓ | | | | |
| Purchase Order Controllers (25) | | | | ✓ | | | | |
| Purchase Order Motion Sensor (20) | | | | ✓ | | | | |
| Purchase Order Ancillary Material | | | | ✓ | | | | |
| Purchase Order IP68 Box | | | | ✓ | | | | |
| Book Electrician (1) | | ✓ | | | | | | ✓ |
| Book Elevator (1) | | ✓ | ✓ | | | | | ✓ |
| Book Electrician (2) | | ✓ | ✓ | | | | | ✓ |
| Book Elevator (2) | | ✓ | ✓ | | | | | ✓ |
| Book Electrician Power Meter | | ✓ | | | | | | ✓ |
| Agreement with the Facility Manager | | ✓ | ✓ | | | | | ✓ |
| Coordinate Security On-Site | | ✓ | ✓ | | | | | ✓ |
| Activation of Legal and Liability Protection | | ✓ | | | | | | |
| PROCUREMENT | | | | | | | | |
| Network Server Procurement | | ✓ | | ✓ | ✓ | | | ✓ |
| Gateway Shipment | | ✓ | | ✓ | ✓ | | | |
| Controller Shipment | | ✓ | | ✓ | ✓ | | | |
| Ancillary Material Shipment | | ✓ | | ✓ | ✓ | | | |
| IP65-IP44 Box Shipment (1) | | ✓ | | ✓ | ✓ | | | |
| IP65-IP44 Box Shipment (2) | | ✓ | | ✓ | ✓ | | | |
| Motion Sensor Shipment (1) | | ✓ | | ✓ | ✓ | | | |
| Motion Sensor Shipment (2) | | ✓ | | ✓ | ✓ | | | |
| Power Meter Shipment | | ✓ | | | | | | ✓ |
| TEST | | | | | | | | |
| Measurements | | ✓ | | | | | | |
| Acceptance Control Gateway | | ✓ | | | ✓ | | | |
| Acceptance Control Controller | | ✓ | | | ✓ | | | |
| Acceptance Control Ancillary Material | | ✓ | | | ✓ | | | |
| Acceptance Control IP65-IP44 Box (1) | | ✓ | | | ✓ | | | |
| Acceptance Control IP65-IP44 Box (2) | | ✓ | | | ✓ | | | |
| Acceptance Control Motion Sensor (1) | | ✓ | | | ✓ | | | |
| Acceptance Control Motion Sensor (2) | | ✓ | | | ✓ | | | |
| Acceptance Control Power Meter | | ✓ | | | ✓ | | | |
| End2End Test/Fake Load-Sensor & Network Server | | | | ✓ | ✓ | | | |
| Box Assemble Test | | ✓ | | ✓ | ✓ | | | |
| Complete Review Phase | | | | ✓ | ✓ | | | |
| 1st Controller Test in High Street Lamp | | ✓ | | | ✓ | | ✓ | ✓ |
| ASSEMBLY | | | | | | | | |
| Box Design | | ✓ | | | ✓ | | | |
| Box Assembling (1) | | ✓ | | | ✓ | | | |
| Box Assembling (2) | | ✓ | | | ✓ | | | |
| INSTALLATION | | | | | | | | |
| Power Meter Installation | | | | | | | | ✓ |
| Gateway Deploy-Chivasso | | ✓ | | | ✓ | | ✓ | |
| Controller Deployment (1) | ✓ | ✓ | | | ✓ | | ✓ | |
| Controller Deployment (2) | ✓ | ✓ | | | ✓ | | ✓ | |
| CONFIGURATION | | | | | | | | |
| Maple Assemble-Gateway and Server | | | | ✓ | ✓ | | | |
| Gateway Programming | | | | ✓ | ✓ | | | |
| Controller Programming | | | | ✓ | ✓ | | | |
| Controller Programming-Post Installation | | | | ✓ | ✓ | | | |
| SERVER COMPONENT | | | | | | | | |
| MANAGEMENT | | | | | | | | |
| Monitoring | | ✓ | | | | | | |
| CONFIGURATION | | | | | | | | |
| Network Server Configuration | | | | ✓ | ✓ | | | |
| Network Setup-LTEG App | | | | ✓ | ✓ | | | |
| Definition and Configuration of power-on parameters Controller | | | | ✓ | ✓ | | | |
| Controller Parameter Optimization (1) | | | | ✓ | ✓ | | | |
| Controller Parameter Optimization (2) | | | | ✓ | ✓ | | | |
| TEST | | | | | | | | |
| Infrastructure Test | | | | ✓ | ✓ | | | |
| Controller Communication Test | | | | ✓ | ✓ | | | |
| Controller Function Test | | | | ✓ | ✓ | | | |
| AFTER SALES | | | | | | | | |
| Infrastructure Design | | | | ✓ | ✓ | | | |
| Infrastructure Implementation | | | | ✓ | ✓ | | | |
| Infrastructure Review | | | | ✓ | ✓ | | | |

Appendice B-Diagramma di Gantt di previsione ad inizio progetto



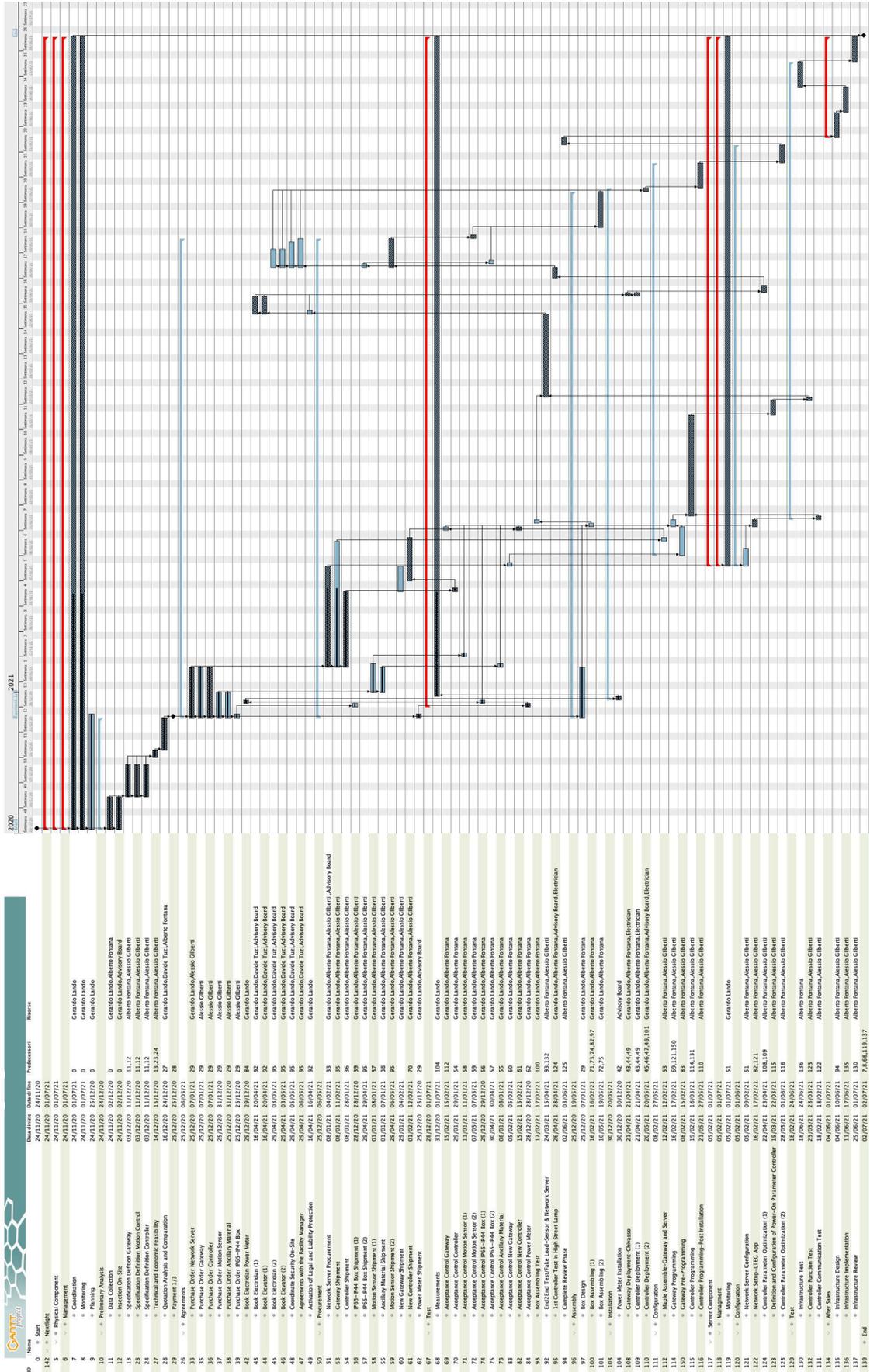
Appendice C-Risk Report-Minacce

| Ip. | The main of risks | Category | Owner of risk | Reason/Cause | Effect | Probability Level | Impact Level | Priority Level | Level of risk | Risk response strategy | Cost of strategy |
|----------------------|------------------------------------------|------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------|----------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| External Risk | | | | | | | | | | | |
| 1 | Strike | Environmental & Social | Labor Unions | Contract Changes | Delay in project implementation | 2 | 1 | 2 | Minor | Include exceptions for resource strikes in the customer contract | 1% daily cost increase |
| 2 | Environmental Risks, Weather Condition | Environmental & Social | Government | Natural disasters | Delay in project implementation, contract change | 1 | 3 | 3 | Minor | Postponing activities and informing the administration of the disruption | Increased cost of resources in installation |
| 3 | Culture | Environmental & Social | New Resources | Contact with figures from different cultures | Longer resource onboarding time, communication problems and delays | 4 | 5 | 20 | Major | Create teams with similar cultures, include resources with different cultures noting potential delays for high onboarding time | 4% increase in onboarding cost |
| 4 | Pandemic | Environmental & Social | Government | Natural causes | Delay to execution of project | 2 | 5 | 10 | Moderate | Communicating and informing the administration of the delay due to new pandemic regulations | Increase in cost of human resources employed by 1%. |
| 5 | Inflation/Deflation | Economic | Finance, Economy | Abrupt changes in economic structures | Higher costs | 3 | 2 | 6 | Moderate | Informing oneself and keeping an eye on the monetary value at all times | 5% increase in material cost (gateway, controllers, motion sensor) |
| 6 | Currency Change Rate | Economic | Finance, Economy | Stoks and Spread | Higher costs | 3 | 2 | 6 | Moderate | Information and constant monitoring of the exchange rate | 2% increase in material cost (gateway, controllers, motion sensor) |
| 7 | Investment Events | Economic | Finance, Economy | New government policies, new strategies, new decrees | Effect on sales and purchases | 2 | 5 | 10 | Moderate | Check potential events on this theme and participate in them | Average cost to access investment events |
| 8 | Payment Time | Economic | Client and Suppliers | Financial difficulty and poor cash flow management | Delay to execution of project and lack of cash flow | 4 | 4 | 16 | Major | Apply for a loan from investors or banks | Increase in total material cost by 5%. |
| 9 | Material Supply Delivery | Suppliers | Suppliers | Production and transport delays | Delay to execution of project | 4 | 3 | 12 | Moderate | Claim damages on the delay and research other suppliers and materials, manufacture material where possible and in-stock | Delay of 3% days for the daily unit cost of the project |
| 10 | Material Quality (CA) | Suppliers | Manufacturer | Defects in the manufacturing process and poor materials | Delay to execution of project and increased costs | 1 | 2 | 2 | Minor | Claim damages on the delay and research other suppliers and materials | 15-day average daily working cost increase |
| 11 | Changes in Government Rules | Political | Government | New government and elections | Change in the project and delay | 3 | 3 | 9 | Moderate | Varying the project according to changes in government regulations | Increase in average daily project cost by 5 days |
| 12 | Sanction | Political | Government | Deadline of payments, violations of rules | Increased costs | 2 | 3 | 6 | Moderate | Payment of sanctions and investigation of possible causes of violation | Cost of sanction of about 300 € |
| 13 | War | Political | Government | Economic and political interests | Increase in raw material costs and change in prices | 2 | 2 | 4 | Minor | Storage of materials | Material costs |
| 14 | Technological Change | Market | Society | Increased propensity for innovations and breakthroughs, changing market standards | Ferding the adoption of new technologies by causing a change in plan | 1 | 3 | 3 | Minor | Purchasing equipment according to technological changes, investing in R&D to anticipate and predict technological change and the standard that will be established | Gateway and controller cost |
| 15 | Window of Opportunity | Market | Client or Investor | New business and/or investment opportunities | Loss of concentration on the job and different allocation of resources | 1 | 4 | 4 | Minor | Introducing new resources with internship contracts | Cost of new resources for 6 months as internship |
| Internal Risk | | | | | | | | | | | |
| 16 | Human resources Capacity and Performance | Employees | Human Resources | Limited resources per malatia, assente per qualche motivo. | Delay in project implementation and overvaluation of resources | 3 | 3 | 9 | Moderate | Introduction of overtime work | Increase in resource cost for extra hours, about 5% of the project |
| 17 | Present Skills | Employees | Human Resources | Different Background of the resources | Delay to execution of project and higher onboarding time | 2 | 2 | 4 | Minor | Providing refresher and training courses for staff | Increase in daily onboarding costs by 5 days |
| 18 | Layoff | Project Management | Project Manager | Loss of qualified personnel | Delay in project execution and placement of competent resources | 2 | 5 | 10 | Moderate | Create redundancy of resources for each activity, so that the working hours of the outgoing resources can be covered | Increase in resource cost by 3% of project time |
| 19 | Contract Clarity and Flexibility | Contract | Legal | Complicated contract | Delay in agreements between part | 3 | 3 | 9 | Moderate | Draw up clear contracts and make pre-contract agreements with the supplier | Increased daily legal cost of 5 days |
| 20 | Disputes | Contract | Legal | Misunderstandings | Delay in the project implementation | 3 | 2 | 6 | Moderate | Draw up clear contracts and make pre-contract agreements between Teams and conclusion of shareholders' agreements and internal private agreements | Increased daily legal costs of 5 days |
| 21 | Planning Efficiency | Planning & Scheduling | Project Manager | Manager's inability to schedule activities | Delay to execution of project and increased costs | 3 | 4 | 12 | Moderate | Implement a pre-emptive analysis to the performance of activities and implement an abrupt rescheduling | 4% increase in daily project cost |
| 22 | Estimates | Planning & Scheduling | Project Manager | Manager's inability to estimate project activities | Delay to execution of project and increased costs | 3 | 4 | 12 | Moderate | Have experts who can implement true estimates and recalculate total project duration | 4% increase in daily project cost |
| 23 | Change | Planning & Scheduling | Project Manager | Change in the project during the execution | Delay in the project implementation and rescheduling of activities | 3 | 4 | 12 | Moderate | Reschedule activities and estimate possible changes at the beginning of the project | 4% increase in daily project cost |
| 24 | Onboarding and Experience Staffs | Employees | HR | Recruitment of new employees | Increased costs and time pressure | 2 | 4 | 8 | Moderate | Efficient onboarding courses and involvement of low-risk projects | Increase in onboarding cost of 2 weeks |
| 25 | Change in Managerial Methods | Project Management | Project Manager | Change of Project Manager sistem | Latency time to learn the new system | 2 | 4 | 8 | Moderate | Creation of training courses on the new management method | 4% increase in daily project cost |
| 26 | Requirements | Technical | Electronics or/and Telecommunication's Engineer | Change of the requirement of the material | Delay in the project implementation for research new material | 2 | 4 | 8 | Moderate | Search for material that meets new requirements | Gateway and controller cost and 4% increase in daily project cost |
| 27 | Quality | Technical | Electronics Engineer | Technology assembly errors | Order delay, cost increase, with product rework | 2 | 3 | 6 | Moderate | Product rework | Increase of daily project cost by 5 days |
| 28 | Server | Technical | Telecommunication's Engineer | Error in code writing or computer configuration | Delay in the configuration of the order plant | 2 | 2 | 4 | Minor | Configuration code rewrite | Increase in daily project cost by 2% of project duration |
| 29 | Testing Results | Technical | Electronics Engineer | Out-put data result | Delay in the project implementation to do a reprogramming of components | 3 | 3 | 9 | Moderate | Reviewing the product and modifying any errors found | Increase in daily project cost by 2% of project duration |
| 30 | Material & Instrumental | Execution | Electronics Engineer | Breakage of instruments by defect or error | Increased costs | 2 | 4 | 8 | Moderate | Create redundancy and purchase of materials and tools | Ancillary material cost and 5% daily project cost increase |
| 31 | Permits & Licenses | Execution | Project Manager | Changes in the direction of the job order in progress | Cost increases due to delay and acquisition of new permits/licenses and order delays | 1 | 3 | 3 | Minor | Apply for permits and licenses | Increase in daily legal cost by 5 days and increase in daily project cost by 2% of project duration |
| 32 | Geographic Distance | Execution | Company | Resources and greater distances to be covered for geographically more distant orders | Difficult to coordinate distant promise and delay to time project for lead time to the material transfer | 1 | 5 | 5 | Minor | Make arrangements with on-site partners to monitor project execution | Increase in cost of on-site resources by installation time |
| 33 | Damage to Property & Persons | Execution | Company | Accidents to property or persons | Increased costs and extended project timelines, contract changes required | 1 | 5 | 5 | Minor | Underwriting of insurances that allow the transfer of risk | Increase in daily legal cost by 5 days and increase in daily project cost by 2% of project duration |

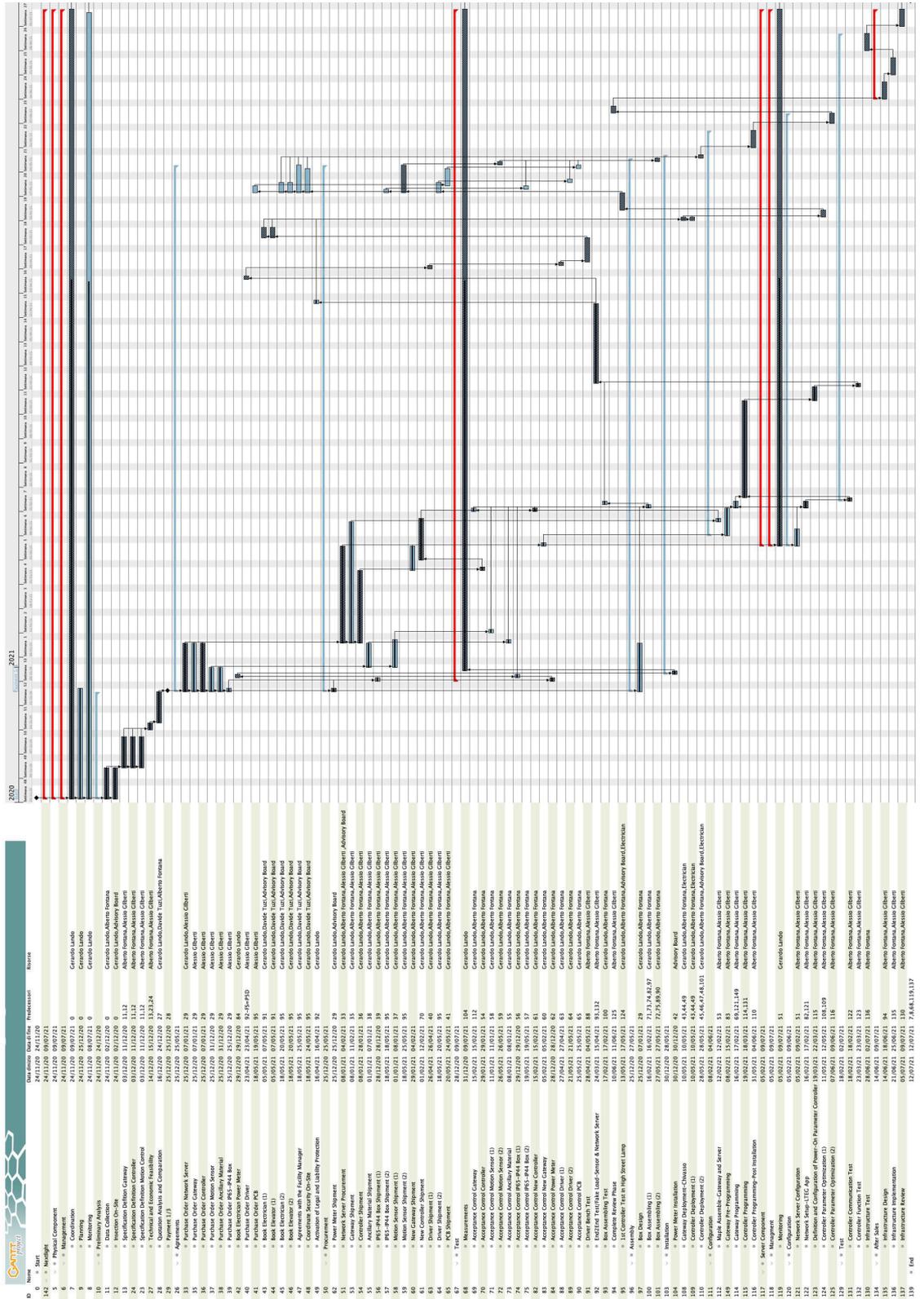
Risk Report-Opportunità

| Ip. | The main of risks | Category | Owner of risk | Reason/Cause | Effect | Probability Level | Impact Level | Priority Level | Level of risk | Opportunities Saving |
|---------------|------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------|----------------|---------------|--------------------------------------------------------------|
| External Risk | | | | | | | | | | |
| 1 | Strike | Environmental & Social | Labor Unions | Contract Changes | - | 2 | 1 | 2 | Minor | - |
| 2 | Environmental Risks, weather condition | Environmental & Social | Government | Natural disasters | - | 1 | 3 | 3 | Minor | - |
| 3 | Culture | Environmental & Social | New Resources | Contact with figures from different cultures | Teamwork and cohesion among the group | 4 | 5 | 20 | Major | Reduction of unit daily project cost by 3% |
| 4 | Pandemic | Environmental & Social | Government | Natural causes | - | 2 | 5 | 10 | Moderate | - |
| 5 | Inflation/Deflation | Economic | Finance, Economy | Abrupt changes in economic structures | Price drop and reduction of the materials cost | 3 | 2 | 6 | Moderate | 5% reduction in cost of Controller Gateway and Motion Sensor |
| 6 | Currency Change Rate | Economic | Finance, Economy | Stocks and Spread | Price drop and reduction of total project cost | 3 | 2 | 6 | Moderate | Reduction of material and local external resources by 2% |
| 7 | Investment Events | Economic | Finance, Economy | New government policies, new strategies, new decrees | Price drop and reduction of the total cost of the whole order | 2 | 5 | 10 | Moderate | Reduce total project time by 3% |
| 8 | Payment Time | Economic | Client and Suppliers | Advance payment from customer and delayed payment to suppliers | Cash available to purchase materials without borrowing money, more working capital internally. | 4 | 4 | 16 | Major | Reduce total project time by 1% |
| 9 | Material Supply Delivery | Suppliers | Suppliers | Production and transport advance | Anticipate order completion times and reduce latency costs | 4 | 3 | 12 | Moderate | Reduction of shipment time by 3% |
| 10 | Material Quality (CA) | Suppliers | Manufacturer | Optimum material components | - | 1 | 2 | 2 | Minor | - |
| 11 | Change in Government Rules | Political | Government | New government and elections | - | 3 | 3 | 9 | Moderate | - |
| 12 | Sanction | Political | Government | Deadline of payments, violations of rules | - | 2 | 3 | 6 | Moderate | - |
| 13 | War | Political | Government | Economic and political interests | - | 2 | 2 | 4 | Minor | - |
| 14 | Technological Change | Market | Society | Increased propensity for innovations and breakthroughs, changing market standards | - | 1 | 3 | 3 | Minor | - |
| 15 | Window of Opportunity | Market | Client or Investor | New business and/or investment opportunities | - | 1 | 4 | 4 | Minor | - |
| Internal Risk | | | | | | | | | | |
| 16 | Human Resources Capacity and Performance | Employees | Human Resources | Unlimited resources | Availability of multiple resources for a single task, reducing execution time for specific tasks and the entire project | 3 | 3 | 9 | Moderate | Reduction of total project time by 4% |
| 17 | Present Skills | Employees | Human Resources | Different Background of the resources | Eclitic Team Creations | 2 | 2 | 4 | Minor | Reduction of total project time by 4% |
| 18 | Layoff | Project Management | Project Manager | Presence of qualified personnel | - | 2 | 2 | 4 | Minor | - |
| 19 | Contract Clarity and Flexibility | Contract | Legal | - | Maximum flexibility in resource management | 3 | 3 | 9 | Moderate | - |
| 20 | Disputes | Contract | Legal | Misunderstandings | - | 3 | 2 | 6 | Moderate | Reduction of total project time by 2% |
| 21 | Planning Efficiency | Planning & Scheduling | Project Manager | Manager's inability to schedule activities | Overestimation of implementation time and project resources, and therefore reduction of time and no project latency cost | 3 | 4 | 12 | Moderate | Reduction of total project time by 1% |
| 22 | Estimates | Planning & Scheduling | Project Manager | Manager's ability to estimates project activities | Overestimation of implementation time and project resources, and therefore reduction of time and no project latency cost | 3 | 4 | 12 | Moderate | Reduction of total project time by 1% |
| 23 | Change | Planning & Scheduling | Project Manager | Change in the project during the execution | Changes that reduce project implementation time without particularly hurting the project budget | 3 | 4 | 12 | Moderate | Reduction of the total project cost by 1% |
| 24 | Onboarding and experience staffs | Employees | HR | Assunzione di nuovi impiegati | Additional capacity and resource efficiency | 2 | 4 | 8 | Moderate | Reduction of total project time by 1.2% |
| 25 | Change in Managerial Methods | Project Management | Project Manager | Change of Project Manager sistem | Possibility of using more dynamic and efficient systems, reducing internal problems and the inability of management staff | 2 | 4 | 8 | Moderate | Reduction of total project time by 1% |
| 26 | Requirements | Technical | Electronics or/and Telecommunications Engineer | Change of the requirement of the material | - | 2 | 4 | 8 | Moderate | - |
| 27 | Quality | Technical | Electronics Engineer | Technology assembly errors | - | 2 | 3 | 6 | Moderate | - |
| 28 | Server | Technical | Telecommunications Engineer | Error in code writing or computer configuration | - | 2 | 2 | 4 | Minor | - |
| 29 | Testing Results | Technical | Electronics Engineer | Result del dot di output | - | 3 | 3 | 9 | Moderate | - |
| 30 | Material & Instrumental | Execution | Electronics Engineer | Breakage of instruments by defect or error | - | 2 | 2 | 4 | Minor | - |
| 31 | Permits & Licenses | Execution | Project Manager | Changes in the direction of the job order in progress | - | 1 | 3 | 3 | Minor | - |
| 32 | Geographic Distance | Execution | Company | Resources and greater distances to be covered for geographically more distant orders | Signing partnership contracts with geographically dispersed resources, implementing the know-how of the company | 1 | 5 | 5 | Minor | Savings of 10% of total project cost |
| 33 | Damage to Property & Persons | Execution | Company | Accidents to property or persons | - | 1 | 5 | 5 | Minor | - |

Appendice D-Diagramma a barre di Gantt relativo alla prima azione di controllo e monitoraggio del 29/01/2021



Appendice E- Diagramma a barre di Gantt relativo alla seconda azione di controllo e monitoraggio del 22/04/2021



Appendice F- Earned Value 22/04/2021

| ATTIVITÀ | DURATA TOTALE PREVISTA | BUDGET COST | WORK SCHEDULE | WORK SCHEDULE (%) | DURATA TOTALE ATTUALE | ACTUAL COST | WORK PERFORMED | WORK PERFORMED (%) | BUDGET VALUE (EV o BWC) | ACTUAL VALUE (AV o AWC) | EARNED VALUE (EV o BCWP) | INDICI TEMPORALI | | INDICI DI COSTO | |
|-----------------------------------------------------|------------------------|--------------------|---------------|-------------------|-----------------------|--------------------|----------------|--------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|---------------------|--------------------|-----------------|
| | | | | | | | | | | | | SCHEDULE VARIANCE (SV) | SCHEDULE INDEX (SI) | COST VARIANCE (CV) | COST INDEX (CI) |
| COMMESSA DI CHIVASSO | 158 | 22.763,38 € | 108 | 68,35% | 164 | 24.226,23 € | 108 | 65,85% | 15.259,78 € | 16.151,42 € | 14.990,52 € | -569,26 € | 0,963 | -1.160,90 € | 0,928 |
| PHYSICAL COMPONENT | 158 | 16.997,99 € | 108 | 68,35% | 164 | 18.657,53 € | 108 | 65,85% | 11.618,84 € | 12.286,67 € | 11.193,74 € | -425,08 € | 0,963 | -1.092,91 € | 0,911 |
| MANAGEMENT | 158 | 2.293,83 € | 108 | 68,35% | 164 | 2.274,33 € | 108 | 65,85% | 1.567,94 € | 1.563,88 € | 1.610,57 € | 57,36 € | 0,963 | 53,01 € | 0,966 |
| COORDINATION | 158 | 1.146,13 € | 108 | 68,35% | 164 | 1.189,66 € | 108 | 65,85% | 783,43 € | 754,77 € | 728,64 € | -28,66 € | 0,963 | -28,66 € | 0,963 |
| MOORING | 158 | 973,60 € | 108 | 68,35% | 164 | 1.010,58 € | 108 | 65,85% | 665,50 € | 665,50 € | 641,15 € | -24,35 € | 0,963 | -24,35 € | 0,963 |
| PLANNING | 24 | 174,10 € | 24 | 100,00% | 24 | 174,10 € | 24 | 100,00% | 174,10 € | 174,10 € | 174,10 € | 0,00 € | 1 | 0,00 € | 1 |
| PRIMARY ANALYSIS | 23 | 1.120,36 € | 23 | 100,00% | 23 | 1.120,36 € | 23 | 100,00% | 1.120,36 € | 1.120,36 € | 1.120,36 € | 0,00 € | 1 | 0,00 € | 1 |
| Data collection PCB | 7 | 47,40 € | 7 | 100,00% | 7 | 47,40 € | 7 | 100,00% | 47,40 € | 47,40 € | 47,40 € | 0,00 € | 1 | 0,00 € | 1 |
| Inspection OnSite | 7 | 109,20 € | 7 | 100,00% | 7 | 109,20 € | 7 | 100,00% | 109,20 € | 109,20 € | 109,20 € | 0,00 € | 1 | 0,00 € | 1 |
| Specifications Definition Gateway | 7 | 174,33 € | 7 | 100,00% | 7 | 174,33 € | 7 | 100,00% | 174,33 € | 174,33 € | 174,33 € | 0,00 € | 1 | 0,00 € | 1 |
| Specifications Definition Controller | 7 | 174,33 € | 7 | 100,00% | 7 | 174,33 € | 7 | 100,00% | 174,33 € | 174,33 € | 174,33 € | 0,00 € | 1 | 0,00 € | 1 |
| Specifications Definition Motion Sensor | 7 | 174,33 € | 7 | 100,00% | 7 | 174,33 € | 7 | 100,00% | 174,33 € | 174,33 € | 174,33 € | 0,00 € | 1 | 0,00 € | 1 |
| Technical and Economic Feasibility | 2 | 79,69 € | 2 | 100,00% | 2 | 79,69 € | 2 | 100,00% | 79,69 € | 79,69 € | 79,69 € | 0,00 € | 1 | 0,00 € | 1 |
| Quotation Analysis and Comparison | 7 | 361,08 € | 7 | 100,00% | 7 | 361,08 € | 7 | 100,00% | 361,08 € | 361,08 € | 361,08 € | 0,00 € | 1 | 0,00 € | 1 |
| AGREEMENTS | 95 | 3.974,57 € | 85 | 89,47% | 108 | 5.534,25 € | 85 | 78,70% | 3.556,19 € | 4.355,66 € | 3.128,13 € | -428,06 € | 0,880 | -1.227,53 € | 0,718 |
| Purchase Order Network Server | 10 | 43,96 € | 10 | 100,00% | 10 | 43,96 € | 10 | 100,00% | 43,96 € | 43,96 € | 43,96 € | 0,00 € | 1 | 0,00 € | 1 |
| Purchase Order Gateway (with Transport) | 10 | 1.470,90 € | 10 | 100,00% | 10 | 1.470,90 € | 10 | 100,00% | 1.470,90 € | 1.470,90 € | 1.470,90 € | 0,00 € | 1 | 0,00 € | 1 |
| Purchase Order Controller (2) | 10 | 1.570,90 € | 10 | 100,00% | 10 | 1.570,90 € | 10 | 100,00% | 1.570,90 € | 1.570,90 € | 1.570,90 € | 0,00 € | 1 | 0,00 € | 1 |
| Purchase Order Motion Sensor (20) | 5 | 232,37 € | 5 | 100,00% | 5 | 232,37 € | 5 | 100,00% | 232,37 € | 232,37 € | 232,37 € | 0,00 € | 1 | 0,00 € | 1 |
| Purchase Order Ancillary Material | 5 | 435,06 € | 5 | 100,00% | 5 | 780,66 € | 5 | 100,00% | 435,06 € | 780,66 € | 435,06 € | 0,00 € | 1 | -345,60 € | 0,557 |
| Purchase Order IR55F44 Box | 1 | 116,27 € | 1 | 100,00% | 1 | 56,77 € | 1 | 100,00% | 116,27 € | 56,77 € | 116,27 € | 0,00 € | 1 | 2,04811245 | |
| Purchase Order Driver | 1 | 0,00 € | 0 | 0,00% | 1 | 1.209,15 € | 0 | 0,00% | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | - | 0,00 € | - |
| Purchase Order PCB | 3 | 0,00 € | 0 | 0,00% | 3 | 44,44 € | 0 | 0,00% | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | - | 0,00 € | - |
| Book Electrician (1) | 3 | 11,17 € | 3 | 100,00% | 3 | 11,17 € | 3 | 100,00% | 11,17 € | 11,17 € | 11,17 € | 0,00 € | 1 | 0,00 € | 1 |
| Book Elevator (1) | 3 | 11,17 € | 3 | 100,00% | 3 | 11,17 € | 3 | 100,00% | 11,17 € | 11,17 € | 11,17 € | 0,00 € | 1 | 0,00 € | 1 |
| Book Electrician (2) | 3 | 11,17 € | 0 | 0,00% | 3 | 11,17 € | 0 | 0,00% | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | - | 0,00 € | - |
| Book Elevator (2) | 3 | 11,17 € | 0 | 0,00% | 3 | 11,17 € | 0 | 0,00% | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | - | 0,00 € | - |
| Book Electrician Power Meter | 1 | 9,75 € | 1 | 100,00% | 1 | 9,75 € | 1 | 100,00% | 9,75 € | 9,75 € | 9,75 € | 0,00 € | 1 | 0,00 € | 1 |
| Agreement with the Facility Manager | 4 | 22,33 € | 0 | 0,00% | 4 | 22,33 € | 0 | 0,00% | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | - | 0,00 € | - |
| Coordinate Security OnSite | 5 | 18,61 € | 0 | 0,00% | 5 | 18,61 € | 0 | 0,00% | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | - | 0,00 € | - |
| Activation of Legal and Liability Protection | 1 | 9,75 € | 1 | 100,00% | 1 | 9,75 € | 1 | 100,00% | 9,75 € | 9,75 € | 9,75 € | 0,00 € | 1 | 0,00 € | 1 |
| PROCUREMENT | 95 | 110,89 € | 85 | 89,47% | 108 | 110,89 € | 85 | 78,70% | 99,22 € | 87,28 € | 87,28 € | -11,94 € | 0,880 | 0,00 € | 0,718 |
| Network Server Procurement | 20 | 110,89 € | 20 | 100,00% | 20 | 110,89 € | 20 | 100,00% | 110,89 € | 110,89 € | 110,89 € | 0,00 € | 1 | 0,00 € | 1 |
| Gateway Shipment | 25 | 0,00 € | 25 | 100,00% | 25 | 0,00 € | 25 | 100,00% | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | 1 | 0,00 € | 1 |
| Controller Shipment | 15 | 0,00 € | 15 | 100,00% | 15 | 0,00 € | 15 | 100,00% | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | 1 | 0,00 € | 1 |
| Ancillary Material Shipment | 2 | 0,00 € | 2 | 100,00% | 2 | 0,00 € | 5 | 100,00% | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | 1 | 0,00 € | 1 |
| IR55F44 Box Shipment (1) | 1 | 0,00 € | 1 | 100,00% | 1 | 0,00 € | 1 | 100,00% | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | 1 | 0,00 € | 1 |
| IR55F44 Box Shipment (2) | 1 | 0,00 € | 0 | 0,00% | 1 | 0,00 € | 0 | 0,00% | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | - | 0,00 € | - |
| Motion Sensor Shipment (1) | 6 | 0,00 € | 6 | 100,00% | 6 | 0,00 € | 6 | 100,00% | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | 1 | 0,00 € | 1 |
| Motion Sensor Shipment (2) | 6 | 0,00 € | 0 | 0,00% | 6 | 0,00 € | 0 | 0,00% | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | - | 0,00 € | - |
| New Gateway Shipment | 5 | 0,00 € | 5 | 100,00% | 5 | 0,00 € | 5 | 100,00% | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | 1 | 0,00 € | 1 |
| New Controller Shipment | 10 | 0,00 € | 10 | 100,00% | 10 | 0,00 € | 10 | 100,00% | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | 1 | 0,00 € | 1 |
| Power Meter Shipment | 1 | 0,00 € | 1 | 100,00% | 1 | 0,00 € | 1 | 100,00% | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | 1 | 0,00 € | 1 |
| Driver Shipment (1) | 1 | 0,00 € | 0 | 0,00% | 1 | 0,00 € | 0 | 0,00% | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | - | 0,00 € | - |
| Driver Shipment (2) | 3 | 0,00 € | 0 | 0,00% | 3 | 0,00 € | 0 | 0,00% | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | - | 0,00 € | - |
| PCB Shipment | 3 | 0,00 € | 0 | 0,00% | 3 | 0,00 € | 0 | 0,00% | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | - | 0,00 € | - |
| TEST | 134 | 2.811,16 € | 84 | 62,69% | 140 | 3.451,98 € | 84 | 60,00% | 1.762,22 € | 2.027,19 € | 1.686,69 € | -75,52 € | 0,957 | -390,49 € | 0,812 |
| Measurements | 131 | 51,09 € | 81 | 61,83% | 137 | 53,43 € | 81 | 59,12% | 31,59 € | 31,59 € | 30,21 € | -1,38 € | 0,956 | -1,38 € | 0,956 |
| Acceptance Control Gateway | 1 | 16,93 € | 1 | 100,00% | 1 | 16,93 € | 1 | 100,00% | 16,93 € | 16,93 € | 16,93 € | 0,00 € | 1 | 0,00 € | 1 |
| Acceptance Control Controller | 1 | 16,93 € | 1 | 100,00% | 1 | 16,93 € | 1 | 100,00% | 16,93 € | 16,93 € | 16,93 € | 0,00 € | 1 | 0,00 € | 1 |
| Acceptance Control Ancillary Material | 1 | 16,93 € | 1 | 100,00% | 1 | 16,93 € | 1 | 100,00% | 16,93 € | 16,93 € | 16,93 € | 0,00 € | 1 | 0,00 € | 1 |
| Acceptance Control IR55F44 Box (1) | 1 | 16,93 € | 1 | 100,00% | 1 | 1 | | | | | | | | | |

Bibliografia

- Micheal I. Luger, Jun Koo. (2005). *Defining and Tracking Business Start-Ups*.
- Project Management Institute. (2008). PMBOK GUIDE. In *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) - Fourth Edition*.
- Alan Stretton. (2007). *A Short History of Modern Project Management*
- Jolita Kiznyte, Marcos Welker, André Dechange. (2016). *Applying Project Management Methods to the Creation of a Start-up Business Plan: The Case of Blendlee*.
- Norman A. McDaniel e William W. Bahnmaier. (2001). SCHEDULING GUIDE FOR PROGRAM MANAGERS,
- Packendorff, J. (1995). Inquiring into the temporary organization: New directions for project management research. *Scandinavian Journal of Management*.
- . Mulcahy, R. (2009). PMP Exam Prep: Rita's Course in a Book for Passing the PMP Exam. RMC Publications, Inc
- Hrafnhildur Sif Sverrisdottira, Helgi Thor Ingasonb, Haukur Ingi Jonasson. (2014). *The role of the product owner in scrum- comparison between theory and practices*.
- Sheetal Sharma, Darothi Sarkar, Divya Gupta. (2012). *Agile Processes and Methodologies: A Conceptual Study*
- Rashina Hoda; Prof. James Noble; Dr. Stuart Marshall, *Agile Project Management*
- Sander Münster, Cindy Kröber, Aline Bergert, Lars Schlenker. (2015). *Employing SCRUM methods for a cooperative virtual reconstruction of architectural heritage*
- Sutherland, J., & Schwaber, K. (2012). *The Scrum Papers: Nut, Bolts, and Origins of an Agile Framework*. Cambridge, MA: Scrum. Retrieved from <http://jeffsutherland.com/ScrumPapers.pdf>
- Eric Ries, *The Lean Startup*, 2011

Sitografia

- [https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Line_of_balance_\(LOB\)](https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Line_of_balance_(LOB))
- <https://www.praxisframework.org/it/library/line-of-balance>
- <https://www.agileway.it/extreme-programming-metodologia-sviluppo-agile/>
- <https://it.sawakinome.com/articles/programming/difference-between-extreme-programming-and-scrum.html>
- <https://agileinazione.it/2015/01/07/introduzione-agile/>